

RESTAURACIÓN AGROECOLÓGICA ESTRATÉGICA EN UN CULTIVO HERBÁCEO DE SECANO EN ESPAÑA CENTRAL



Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas

Autor: Guillem Crespo Cepas

Tutora Directora: Aurora Mesa Fraile

Tutor Académico: José María Rey Benayas

Septiembre 2016

D^a Aurora Mesa Fraile

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado: Restauración Agroecológica Estratégica en un cultivo herbáceo de secano en España central, ha sido realizado bajo mi dirección por el alumno D. Guillem Crespo Cepas.

En Madrid, a 23 de Septiembre de 2016.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Aurora Victoria Mesa Fraile', with a long horizontal flourish extending to the right.

Firmado: AURORA VICTORIA MESA FRAILE

D. José María Rey Benayas

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado: Restauración Agroecológica Estratégica en un cultivo herbáceo de secano en España central, ha sido realizado bajo mi tutorización académica por el alumno D. Guillem Crespo Cepas.

En Madrid, a 23 de Septiembre de 2016.



Firmado: JOSÉ M^º REY BENAYAS

ANEXO 4

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA INCLUSIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER EN
LOS ARCHIVO ABIERTOS INSTITUCIONALES DE LAS UNIVERSIDADES QUE IMPARTEN LA TITULACIÓN

TÍTULO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER:

RESTAURACIÓN AGROECOLÓGICA ESTRATÉGICA EN
UN CULTIVO HERBÁCEO DE SECAÑO EN ESPAÑA CENTRAL

1.- ESTUDIANTE (AUTOR)

APELLIDOS Y NOMBRE: CRESPO CEPAS GUILLEM	DNI: 53362515 -P
TITULACIÓN: Máster Universitario en RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS	

2.- TUTOR DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

APELLIDOS Y NOMBRE: MESA FRUICE, AURORA VICTORIA	DNI: 53657214P
DEPARTAMENTO O INSTITUCIÓN: COORDINADORA DE PROYECTOS FUNDACIÓN INTERNACIONAL PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS	

Los abajo firmantes:

☒ AUTORIZAN
☐ NO AUTORIZAN

El depósito y puesta a disposición del Trabajo Fin de Máster en los Repositorios institucionales de las Universidades que imparten la titulación, de acceso libre y gratuito a través de Internet, y otorgando las condiciones de uso de la licencia Creative Commons reconocimiento-uso no comercial-sin obra derivada.

Más información en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/>

Firmado: El Autor 	Firmado: El Tutor del Trabajo Fin de Máster 
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO 4

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA INCLUSIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER EN
LOS ARCHIVO ABIERTOS INSTITUCIONALES DE LAS UNIVERSIDADES QUE IMPARTEN LA TITULACIÓN

TÍTULO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER:

RESTAURACIÓN AGROECOLÓGICA ESTRATÉGICA EN UN CULTIVO
HOLBAJO DE SECANO EN ESPAÑA CENTRAL

1.- ESTUDIANTE (AUTOR)

APELLIDOS Y NOMBRE: CRESPO CEPAS, GUILLEM	DNI: 53362515-P
TITULACIÓN: Máster Universitario en RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS	

2.- TUTOR DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

APELLIDOS Y NOMBRE: JOSÉ M. REY DOMÍNGUEZ	DNI: 5386936
DEPARTAMENTO O INSTITUCIÓN: UNIV. DE ALCALÁ	

Los abajo firmantes:

☒ AUTORIZAN
☐ NO AUTORIZAN

El depósito y puesta a disposición del Trabajo Fin de Máster en los Repositorios Institucionales de las Universidades que imparten la titulación, de acceso libre y gratuito a través de Internet, y otorgando las condiciones de uso de la licencia Creative Commons reconocimiento-uso no comercial-sin obra derivada.

Más información en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.es>

Firmado: El Autor 	Firmado: El Tutor del Trabajo Fin de Máster 
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ÍNDICE

RESUMEN/Palabras clave	2
ABSTRACT/Key words	3
1 INTRODUCCIÓN	4
1.1 Impactos de la agricultura	4
1.2 La restauración en agroecosistemas	5
1.3 Antecedentes	7
2 OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	8
2.1 Objetivos	8
2.2 Justificación	8
3 PLAN DE TRABAJO	12
3.1 Análisis de condicionantes externos e internos	12
3.2 Diseño de acciones de restauración agroecológica	20
3.3 Diseño e instalación de un panel informativo	39
3.4 Cronograma	41
3.5 Presupuesto	42
4 DESARROLLO DEL TRABAJO	43
4.1 Ejecución de las actuaciones de restauración agroecológica	43
4.2 Supervivencia de las plantas introducidas en los setos	49
4.3 Instalación del panel informativo	52
5 CONCLUSIONES	53
6 BIBLIOGRAFÍA	55
7 ANEXOS	60

RESUMEN

El avance de la frontera agrícola y los procesos de intensificación han convertido a la agricultura en la principal causa de degradación ambiental. Los agroecosistemas ocupan aproximadamente el 40% de la superficie terrestre del planeta. En consecuencia, es necesario conciliar la agricultura y la conservación de la biodiversidad y sus servicios. La restauración agroecológica estratégica, es decir, la ejecución de acciones que favorecen a la biodiversidad y servicios ecosistémicos concretos sin competir por el uso de la tierra, es una herramienta útil que permite aumentar la sostenibilidad de los agroecosistemas. El principal objetivo del presente proyecto es diseñar y ejecutar actuaciones de restauración agroecológica estratégica en un campo de cultivo herbáceo de secano localizado en una Zona de Especial Protección para las Aves en Novés (Toledo, España). Las actuaciones llevadas a cabo fueron: 1) plantación de un seto perimetral con 1.607 individuos de 14 especies arbustivas autóctonas para incrementar los niveles de biodiversidad y de servicios ecosistémicos; 2) instalación de siete posaderos para Mochuelo europeo (*Athene noctua*) para favorecer a esta especie con poblaciones en declive y contribuir al control biológico de plagas; 3) construcción de una charca de 13 m² para favorecer la fauna silvestre y plantas acuáticas, y plantación de una orla de vegetación a su alrededor y 4) diseño e instalación de un panel informativo para la difusión de estas medidas entre los vecinos, agricultores y cazadores. El presupuesto de la ejecución ascendió a 8.490'67 € y el del mantenimiento y seguimiento durante los seis primeros años a 4.580'90 € y 3.007'47 € respectivamente. Concluimos que las acciones de restauración agroecológica estratégica ejecutadas en este proyecto tienen un impacto positivo en la biodiversidad local y apenas compiten por la superficie cultivada al ocupar sólo el 1'44% de la parcela agrícola.

PALABRAS CLAVE: Agroecología, biodiversidad, servicios ecosistémicos, seto, charca, posadero aves.

ABSTRACT

Agriculture has become in the main cause of environmental degradation due to the progress of the agricultural frontier and the process of intensification. Agro-systems span over the 40% of the land surface of the earth. Consequently, it is necessary to conciliate agriculture activities and the conservation of the biodiversity and its services. The strategic agro-ecological restauration, i.e. the execution of actions favoring biodiversity and eco-systemic services without competing for land use is a useful tool for improving sustainability of agro-systems. The main objective of this project is to design and execute actions of strategic agro-ecological restauration in a rainfed herbaceous crop located in an Area of Special Protection for birds in Novés (Toledo, Spain). The actions were: 1) planting a hedge perimetral with 1.607 individuals from fourteen shrubby local species to increase the levels of biodiversity and eco-systemic services; 2) installation of seven owl watch-tower (*Athene noctua*) to favor this specie with a declining population and contributing to biological control of plagues; 3) building a pond of 13 m² to favor wild fauna and aquatic plants and planting a border of vegetation around, 4) designing and installation of an informative panel for the diffusion of these actions among visitors, farmers and hunters. The budget was of 8.490'67 €, and the maintenance and chase budget for the six first years is of 4.580'9 € and 3.007'47 € respectively. We conclude that the actions of strategic agro-ecological restauration in this project have a positive impact on the local biodiversity and weakly compete with the agricultural land because they only span 1'44 % of agricultural extension.

KEY WORDS: Agroecology, biodiversity, ecosystem services, hedgerows, pond, bird watch-tower.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Impactos de la agricultura

Actualmente, la agricultura ocupa aproximadamente el 40% de la superficie terrestre (Foley et al. 2011). Según Ellis y Ramankutty (2008) catorce de los veintinueve principales biomas del planeta son actualmente agrícolas o ganaderos. Solo recientemente se han publicado datos que constatan por primera vez un descenso en la superficie global dedicada a la agricultura (Rey Benayas y Bullock 2012), sabiéndose que este descenso enmascara aumentos en la superficie agrícola en ciertas regiones del planeta con realidades socioeconómicas diferentes a las europeas y una translocación de la degradación hacia los trópicos (FAO 2016). El avance de la frontera agrícola supone aproximadamente el 80% de la deforestación mundial (Kissinger et al. 2012), siendo la principal causa de la deforestación global. Paralelamente, asociado a la introducción de la fuerza mecánica y adición de nuevos productos a los cultivos como agua para regadíos, fertilizantes, herbicidas o plaguicidas, se ha producido un proceso de intensificación con una doble vertiente. Por un lado una intensificación a escala local en el uso de la tierra y por otro lado, una simplificación del paisaje con la desaparición paulatina de terrenos baldíos o pedregosos, parches de vegetación remanente, lindes, ribazos y charcas o láminas de agua de diferente entidad (José-María et al. 2010).

Ambos procesos han aumentado la producción de alimentos a escala mundial, pero por el contrario, han convertido a la agricultura en el principal factor de degradación ambiental del planeta. La agricultura es ya la consumidora del 80% del recurso hídrico disponible (WWF 2014). Como consecuencia del aumento de la energía invertida para conseguir una unidad de energía agrícola, la agricultura emite actualmente el 12% de las emisiones antrópicas de gases efecto invernadero. Este porcentaje asciende a más del 60% si se incluye el transporte de los alimentos y el procesamiento de productos de la propia industria agroalimentaria (IPCC 2014). La huella ecológica de la agricultura supone ya el 24% de la huella ecológica total (excluyendo la ganadería) (WWF 2014). Para algunos agroecólogos, la degradación subyacente al proceso de intensificación a través de la degradación de las tierras mediante la erosión del suelo, la compactación, la disminución de materia orgánica y la biodiversidad asociada a ella, la salinización, la deforestación, la aparición de plagas por la generalización del monocultivo y la resistencia a los plaguicidas, entre otros factores, estarían detrás de la reducción de los

rendimientos promedio en los cultivos de Estados Unidos (Rosset 1997). El aumento de los costes agrícolas deriva por tanto de la necesidad de subsidiar con recursos externos a la agricultura, dado que los agroecosistemas, privados de sus componentes funcionales básicos, pierden la capacidad de sostener su propia fertilidad del suelo y regulación de plagas y enfermedades (Altieri y Nicholls 1994).

Contrariamente (y en consonancia con lo expuesto anteriormente), la agricultura extensiva posee un valor intrínseco para la conservación. Su propia naturaleza genera y favorece un paisaje en mosaico que redundo en un aumento de la heterogeneidad ambiental. Para algunas especies (incluso algunas especies amenazadas) la pérdida de su hábitat primario las hace depender completamente de los recursos suministrados por los agroecosistemas (Kleijn et al. 2006). Según Rey Benayas y Bullock (2015) el 31% de la superficie de la red europea de espacios protegidos Natura 2000 se corresponde con paisajes agrícolas tradicionales que además sustentan numerosos valores culturales a preservar.

1.2 La restauración en agroecosistemas

En este contexto de demanda creciente de alimentos y degradación de los agroecosistemas, con fuertes afecciones a los niveles de biodiversidad y a la capacidad de suministrar un amplio abanico de servicios ecosistémicos, la restauración de los agroecosistemas puede tener una incidencia positiva a tales efectos (Barral et al. 2015). Esta necesidad de acción debería apoyarse en el compromiso adquirido por los países firmantes del Convenio para la Diversidad Biológica en su Plan Estratégico para 2020 de restaurar al menos el 15% de los terrenos degradados del planeta.

Desde la disciplina de la restauración ecológica, y específicamente en el campo de restauración de agroecosistemas, existen sendos enfoques que tratan de alcanzar los objetivos de conservación de la biodiversidad y la producción de alimentos. El modelo de “separar la tierra” consiste en excluir la tierra dedicada a la conservación de aquellas tierras de uso agrícola. Frecuentemente esta separación va acompañada por una intensificación de la tierra dedicada a la agricultura, lo que supone un “ahorro de tierra” o *land sparing* (Phalan et al. 2011). En cambio, el modelo de “compartir la tierra” (o *land sharing*) (Phalan et al. 2011), mantiene la actividad agrícola como fin principal pero con cambios en las técnicas y modos de cultivo para aumentar la complejidad de

estos sistemas y que puedan así sustentar niveles altos de biodiversidad y suministrar servicios ecosistémicos de forma sostenible en el tiempo y de forma compatible con la producción (**Figura 1**).

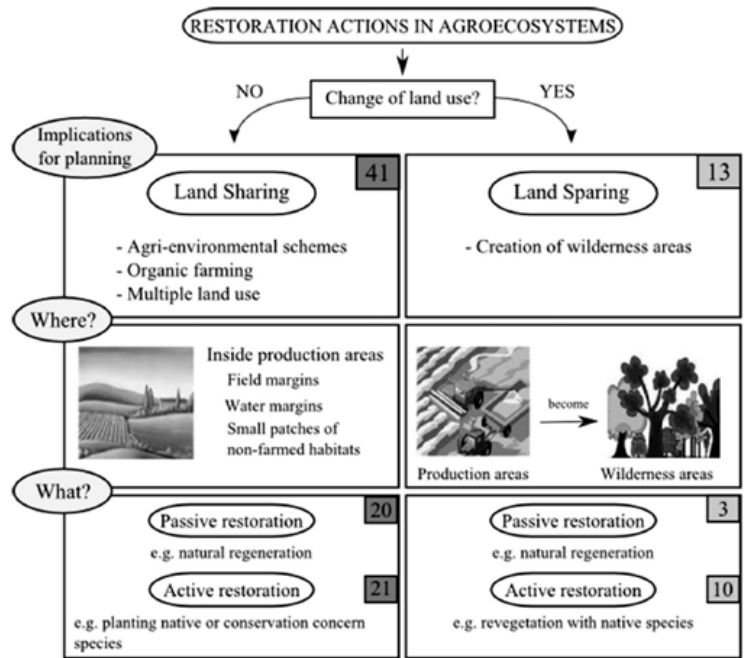


Figura 1: Esquema explicativo de los dos enfoques en el campo de la restauración de agroecosistemas (Fuente: Barral et al. 2015).

Algunos autores consideran que la distinción entre esquemas de separación de tierra y de compartición de tierra son básicamente un problema de escala espacial, tal y como ilustra la **Figura 2** de Fahrig et al. (2015).

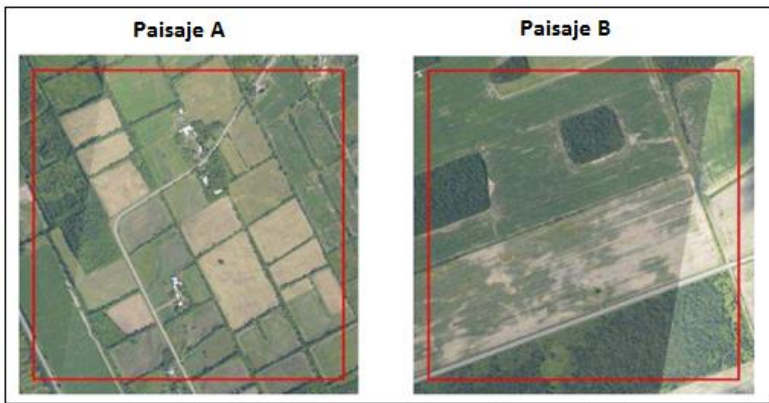


Figura 2: Ambos paisajes poseen la misma área total de vegetación natural y semi-natural, pero con diferente distribución espacial. (Fuente: Fahrig et al. 2015). Ambas visiones son compatibles a escala de paisaje.

El cambio al modelo agroecológico que requiere el enfoque de “compartir la tierra”, sitúa a la biodiversidad como eje transversal del sistema. Ha de tener en cuenta la diversidad genética de las variedades cultivadas, la diversidad de cultivos, la diversidad

tanto de especies que soportan la producción como de especies silvestres y la diversidad de hábitats en el paisaje circundante (Nicholls 2016), y va más allá de una simple sustitución de insumos. Para ello se requiere la transformación desde un modelo de agricultura convencional, donde prima el monocultivo y la adición de insumos químicos hacia un modelo orgánico con policultivos, rotaciones, enmiendas orgánicas, cubiertas verdes y sistemas silvopastoriles, entre otros, así como la creación o restauración de elementos estratégicos que aumenten la heterogeneidad ambiental.

La agricultura ha de superar necesariamente la paradoja que subyace entre el valor intrínseco de conservación de sus paisajes, y el haberse convertido en el principal vector de degradación ambiental, al tiempo que ha de responder a la creciente demanda de alimentos. Para ello, **la restauración agroecológica estratégica** de parcelas agrícolas mediante actuaciones de “manicura” que no compitan por el uso de la tierra (Rey Benayas y Bullock 2012), se yergue como una herramienta útil para contrarrestar los efectos negativos de la intensificación agrícola. Estas actuaciones ocupan como ya se ha dicho una mínima fracción de la parcela agrícola donde se implementan, y además pueden aumentar la propia producción agrícola gracias a los procesos ecológicos o servicios ecosistémicos asociados a la biodiversidad que promueven (Bullock et al. 2007).

1.3 Antecedentes

En este contexto, la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) trabaja desde 2009 en la restitución de la complejidad y heterogeneidad en los paisajes agrícolas a través del proyecto Campos de Vida. Mediante la firma de acuerdos de custodia del territorio con propietarios de terrenos agrícolas y ganaderos y cotos de caza, se promueve la conservación y restauración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en estas zonas. Las actuaciones principales que desarrolla la fundación son (1) la instalación de setos leñosos con planta autóctona, (2) la construcción de charcas, (3) la instalación de cajas nidos y posaderos para aves y (4) la construcción de diferentes tipos de refugios para fauna entre otros. En la actualidad existen proyectos de Campos de Vida en seis comunidades autónomas (Castilla León, Castilla-La Mancha, Madrid, Extremadura, Andalucía y Comunidad Valenciana). El presente proyecto se enmarca dentro de esta línea de trabajo de la FIRE y concluye la restauración iniciada en 2012 en una parcela de la localidad toledana de Novés.

2 OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivos

El **objetivo general** de este Trabajo Fin de Máster es diseñar y evaluar actuaciones de restauración agroecológica estratégica en un campo de cultivo herbáceo de secano localizado en una Zona de Especial Protección para las Aves en Novés (Toledo, España).

Los **objetivos específicos** que persigue el presente proyecto son (1) aumentar los niveles de biodiversidad, (2) aumentar y diversificar el abanico de servicios ecosistémicos que suministra la parcela diana, (3) evaluar mediante indicadores sencillos los resultados iniciales de las acciones de restauración ejecutadas y (4) generar un modelo imitable para otros agricultores de la zona.

2.2 Justificación

Este objetivo general se justifica por la necesidad de aumentar la complejidad estructural y las funciones ecológicas en la parcela diana, integrada en una matriz agrícola excesivamente simplificada y homogenizada por la intensificación. Un sistema más diversificado favorecerá cadenas tróficas más complejas que supondrán más conexiones e interacciones potenciales entre sus miembros, así como muchas vías alternativas de flujo de energía y materia (Altieri y Nicholls 2010). Se aumentará así la resiliencia del agroecosistema y se reducirá su vulnerabilidad frente a eventos extremos en un contexto de cambio climático (Henao, 2013), manteniendo la actividad agrícola y sus rendimientos económicos bajo esquemas de compartición de la tierra.

En cuanto a los objetivos específicos establecidos, la necesidad de (1) **aumentar los niveles de biodiversidad** se justifica por el valor intrínseco que tiene la biodiversidad en sí misma y su valor instrumentalista para los humanos (Altieri y Nicholls 1994; Díaz et al. 2006). La intensificación agrícola, tanto asociada a la simplificación del paisaje como a la intensificación de las técnicas de cultivo afecta a la riqueza de especies en los agroecosistemas (José-María et al. 2010). Esta pérdida de biodiversidad, que alcanza su forma más extrema en los monocultivos, lleva asociada una serie de problemáticas, y en ella está la raíz de la proliferación de plagas (Wade et al. 2008) y la espiral creciente de aplicación de insumos. Existen diferentes técnicas para aumentar la biodiversidad en los

agroecosistemas: diversificar las variedades en un mismo cultivo, establecer asociaciones de cultivos, usar cubiertas vegetales, conjugar el binomio agricultura-ganadería, etc. El objetivo del presente trabajo se centra en la asociación del cultivo a especies silvestres autóctonas a través de setos vivos, así como en la construcción de una charca y la instalación de posaderos para aves. Se espera que estas medidas supongan un aumento de la biodiversidad, tanto *in-situ* como a escala de paisaje, a través de las especies introducidas directamente o por aquellas que potencialmente pueden colonizar los nuevos hábitats.

A través de los beneficios que aportan las medidas de restauración a llevar a cabo, se pretende recuperar y potenciar ciertas funciones del ecosistema. Consecuentemente se va a (2) **aumentar y diversificar el abanico de servicios ecosistémicos** diferentes a los de producción (que ha sido el servicio preponderantemente brindado por la agricultura convencional), maximizándose así las externalidades positivas de la actividad agrícola a la sociedad.

Así, se han descrito los siguientes beneficios de los setos, la principal acción de restauración propuesta:

- Los setos modifican de forma beneficiosa factores ambientales, mejorando el régimen hídrico y térmico de los cultivos. La propia estructura del seto mantiene el aire fresco y húmedo en el interior y en las inmediaciones del mismo, repercutiendo en una mayor formación de rocío nocturno. Además el efecto cortavientos del seto reduce la evapotranspiración del cultivo. Finalmente los sistemas radicales profundos de las especies que forman los setos bombean agua desde las capas profundas del suelo, y parte de esta queda a disposición del cultivo (Ibero, 1998).
- Protegen a los cultivos contra los efectos mecánicos del viento como la rotura de ramas, abrasión de hojas, caída de frutos o el efecto encamado en los cereales.
- Reducen la erosión eólica e hídrica gracias al efecto cortavientos por un lado y a la reducción de la escorrentía superficial por otro, favoreciendo la infiltración del agua de lluvia.
- Aportan materia orgánica y nutrientes al sistema (Rey Benayas 2012), mejorando la propia dinámica del suelo y manteniendo su fertilidad.
- Los setos maduros son fuente de semillas y propágulos de gran valor en matrices agrícolas con escasa vegetación natural.

- Constituyen un lugar de refugio, alimentación y cría de numerosas especies silvestres.
- Facilitan un mejor manejo de las plantas adventicias, al introducirse nuevas especies y aumentar la competencia.
- Favorecen el control de plagas al generarse en los setos un hábitat estable y adecuado para la fauna auxiliar parasitoide y depredadora de los fitófagos que dañan los cultivos (De Andrés et al. 2003).
- Suponen una atracción y hábitat en sí mismo para los polinizadores (Rey Benayas et al. 2016).

En cuanto a la instalación de posaderos para Mochuelo europeo, esta medida supone una mejora de hábitat para esta ave con poblaciones en declive, catalogada como “De interés especial” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. La presencia del Mochuelo común en los agroecosistemas, así como de otras aves que potencialmente usen estas estructuras, benefician a la producción agrícola a través de su contribución a la sanidad animal y vegetal al ejercer un rol importante en el control de plagas (Rey Benayas y Meltzer 2014). Cualquier medida encaminada a mejorar las poblaciones de aves en los agroecosistemas se justifica por ser la actividad agrícola la causa principal del declive en las poblaciones de aves a nivel mundial (BirdLife International, 2008).

Las charcas temporales mediterráneas están catalogadas como hábitat prioritario en la Directiva 92/43/CEE. El 50% de este tipo de charcas en Europa occidental ya han desaparecido (Rodríguez y Rey Benayas 2014). Las charcas proporcionan también múltiples beneficios:

- Suponen un aporte hídrico como bebedero para todo tipo de fauna, a la vez que confieren heterogeneidad de hábitats al paisaje.
- Aumentan los niveles de biodiversidad al permitir el desarrollo de fitoplancton, zooplancton, algas, macrófitos, vegetación anfibia o insectos acuáticos.
- Son un hábitat necesario para que los anfibios puedan completar su ciclo vital. El 32% de las especies de anfibios a nivel global se encuentran bajo alguna categoría de amenaza, siendo el grupo faunístico más amenazado (WWF 2013).
- Los anfibios que viven en las charcas son un elemento muy importante de la cadena trófica. Las larvas de anfibios se alimentan de algas y detritus vegetal y animal, ejerciendo cierto control sobre el crecimiento de los productores primarios (Carrera

y Pons 2008). En estado adulto, se alimentan de insectos, y por ello juegan su papel en el control de plagas en los paisajes agrícolas (Jiménez y Martín 2007; Camacho et al. 2011). Finalmente los propios anfibios sirven de alimento para otros animales.

- La presencia de odonatos y/o anfibios en una charca puede ser considerada como un bioindicador de calidad del agroecosistema por la sensibilidad de estos a las perturbaciones.

La (3) **evaluación mediante indicadores sencillos de los resultados iniciales de las acciones de restauración ejecutadas**, se justifica por la necesidad de conocer en cualquier proyecto de restauración ecológica el éxito o fracaso de las acciones desarrolladas para enmendar acciones en un proyecto particular y aprender lecciones para aplicar en otros futuros proyectos. De esta manera se pueden introducir variaciones en el presente proyecto que aseguren la consecución de los objetivos establecidos de acuerdo a modelos de gestión adaptativa, así como extraer conclusiones útiles y nuevos conocimientos para el desarrollo de futuros proyectos.

Finalmente, se persigue (4) **establecer un modelo imitable** para difundir este esquema agroecológico a otras parcelas cercanas o de municipios vecinos para conseguir en el medio y largo plazo una incidencia a escala de paisaje. De esta manera se maximizarán los beneficios descritos anteriormente. Además, la proliferación de setos e islotes de vegetación natural a escala de paisaje aumentará la conectividad del mismo al convertirse en corredores biológicos (Rey Benayas 2012).

La ejecución exitosa de la restauración permitirá la ejemplificación efectiva del rediseño del espacio que promulga la agroecología en general y la restauración de agroecosistemas en particular. Con esto se visibilizará el nuevo modelo propuesto de cara a los agricultores del municipio y se abrirá la posibilidad de que se difundan dichos preceptos de una manera más horizontal (agricultor-agricultor). Como ocurre en la custodia del territorio, se ha de intentar evitar que los propietarios perciban estas nuevas técnicas y conocimientos como impuestos desde arriba (Basora y Sabaté 2006). Esta horizontalidad puede ayudar por tanto a superar las reticencias iniciales de los agricultores a la conversión a un modelo agroecológico.

3 PLAN DE TRABAJO

3.1 Análisis de condicionantes externos e internos

3.1.1 Localización

Comunidad Autónoma: Castilla- La Mancha

Provincia: Toledo

Municipio: Novés

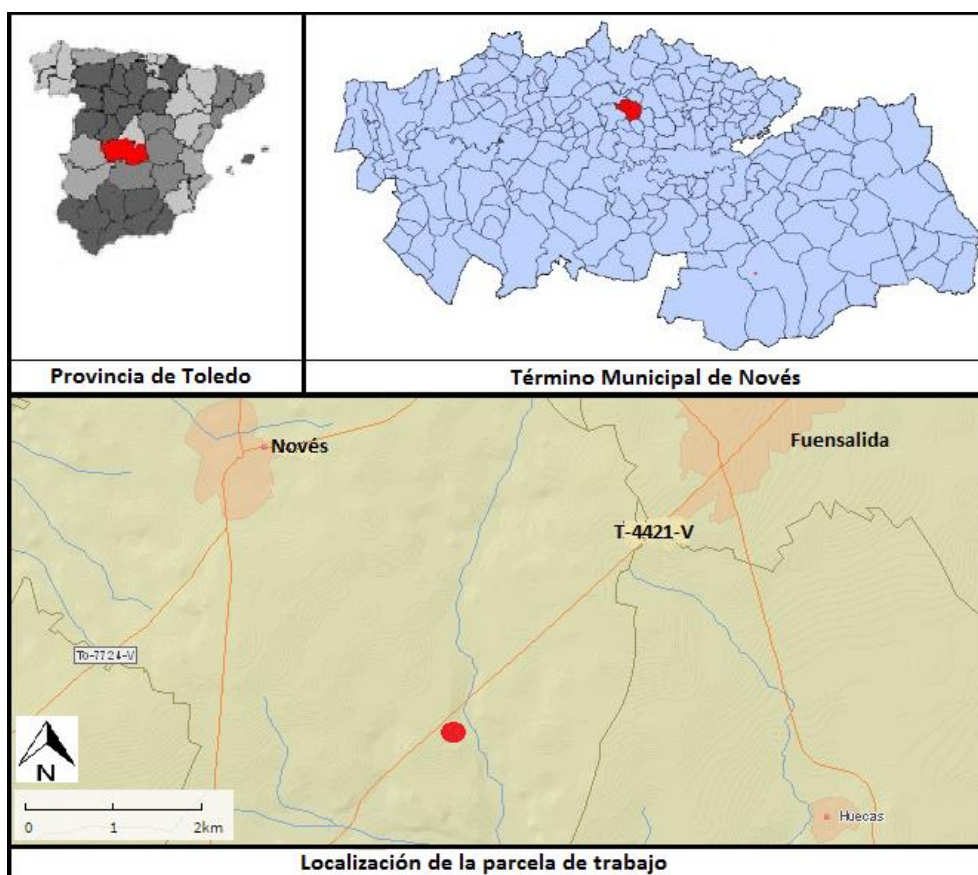
Coordenadas UTM: X=393559,9 Y:=4430520 HUSO 30

Superficie: 13,251 ha

Perímetro: 1.680 m

Datos Catastrales: Polígono 4; Parcela 1221

La parcela se localiza a la altura del kilómetro cuatro de la carretera TO-4421-V en dirección Torrijos-Fuensalida (**Mapa 1**).



Mapa 1: Localización de la parcela de trabajo dentro del término municipal de Novés. (Fuente: Geoportal MAGRAMA. Modificado).

3.1.2 Condicionantes externos

➤ Ambientales

Relieve, geología y suelos

La parcela de trabajo se sitúa a una altura de 555 metros sobre el nivel del mar, rodeada de un paisaje abierto y ondulado de pendientes suaves. Las bajas pendientes de la parcela no agravan los potenciales procesos de erosión hídrica que se activen con los trabajos de labranza. El relieve no supone por tanto un problema a la hora de ejecutar las actuaciones de restauración planteadas.

La geología de la zona según muestra el mapa 1:50.000 del IGME (hoja 0603), está compuesta por materiales del terciario, pudiéndose encontrar calizas o arenas arcósicas, conglomerados y arcillas. Con esto, la previsible ligera acidez del suelo, cambia drásticamente a básico al presentarse materiales carbonatados en superficie. Este hecho condicionará el proceso de selección de especies.

La naturaleza del suelo es muy variable a lo largo del perímetro de plantación. Encontramos arenas de colores claros y de fácil manejo a lo largo del perímetro noreste, y poco a poco empiezan a predominar las arcillas en el lado sureste, aumentando gradualmente hasta en el costado oeste de la parcela. En este punto, que coincide con la menor cota de la parcela, hay una zona con suelos oscurecidos, probablemente con un mayor contenido en materia orgánica. Se encuentra muy poca pedregosidad en todo el perímetro de plantación.

Hidrología

La zona de trabajo se encuentra dentro de la Cuenca Hidrográfica del Tajo, aunque este río no tiene influencia directa sobre la parcela debido a su lejanía. Por otra parte, con una dirección aproximada norte-sur, y a unos 250 m de la parcela, transcurre el arroyo Rodillas. Teniendo en cuenta la diferencia de cota respecto a la parcela (10 m) y la distancia mencionada, el arroyo no llega a tener influencia sobre la parcela durante los eventos de precipitación extraordinaria. A 700 m al sur se encuentra el arroyo de las Arenas de Orbeite. Es necesario destacar la importancia de ambos arroyos a escala de paisaje, como elementos de heterogeneidad dentro del mar agrícola circundante y como

aglutinadores de ciertos flujos bióticos. Finalmente, a unos 1.100 m al suroeste de la parcela, persiste un área natural inundable (1.500 m² aproximadamente.) con ejemplares añosos de *Tamarix spp* (**Fotos 1 y 2**).



Fotos 1 (izquierda) y 2 (derecha): Charca temporal natural amenazada por las roturaciones.

Climatología

El régimen climático se define como mediterráneo continental, con una marcada sequía estival que se prolonga durante cuatro meses al año, coincidiendo con la época de mayores temperaturas y elevada evapotranspiración, lo que da lugar a un déficit hídrico (**Figura 3**). Este es el factor limitante principal que va a condicionar el éxito de la revegetación, principalmente durante el primer verano después de la plantación, debido a la falta de agua, a un sistema radical de la planta todavía poco desarrollado y poco profundo y al incipiente proceso de aclimatación (Corchero et al. 2002).

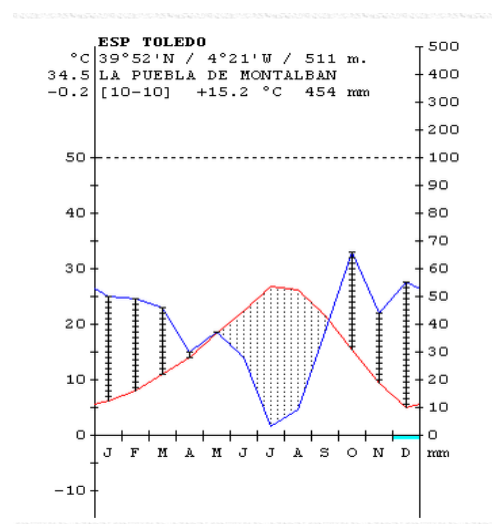


Figura 3: Climograma de la estación meteorológica más cercana a la parcela ubicada en la Puebla de Montalbán (Fuente: Clasificación Bioclimática Mundial-UCM).

Asimismo, estas condiciones climáticas inducen también una época de inhibición del crecimiento, que al igual que durante la época invernal, marcarán el lento desarrollo del

seto establecido. Las frecuentes heladas invernales también influirán a la hora de decidir la época más adecuada para la plantación.

El régimen hídrico de la charca también estará condicionado por la estacionalidad de las lluvias y la elevada transpiración estival, lo que provocará su desecación después de las últimas lluvias primaverales.

Flora

La vegetación actual está reducida esencialmente a la constituida por los cultivos circundantes (vid y olivar de secano y de manera preponderante cultivos anuales de cereal y leguminosas). Encontramos un paisaje de estepa ibérica modulada desde antiguo por la actividad agrícola y ganadera tradicional. La intensificación y simplificación del paisaje en el pasado siglo ha reducido enormemente la riqueza de especies a escala local y ha minimizado la disponibilidad de semillas y su dispersión (**Foto 3 y 4**). Con esto se imposibilita la recolonización de espacios baldíos en el paisaje por parte de la vegetación leñosa autóctona.



Fotos 3(izq.) y 4 (dcha.): Paisaje agrícola circundante a la parcela de trabajo. Enero y marzo de 2015.

Los elementos de vegetación natural quedan relegados a algún encinar (*Quercus ilex*) de poca entidad a 1500 m al sur y 3000 m al sureste respectivamente. También se aprecian retazos de bosque de ribera degradado en el arroyo Rodillas con presencia de *Populus nigra*, *Arundo donax* y *Rubus ulmifolius* principalmente. Los límites de las parcelas agrícolas están constituidos por comunidades de vegetación nitrófila de carácter anual. Solo se encuentra de manera muy dispersa algún ejemplar de Retama (*Retama spherocarpa*), Almendro (*Prunus dulcis*) y un reducido seto de Majuelo (*Crataegus monogyna*) en el límite de una parcela cercana (**Foto 5 y 6**). En el propio límite de la parcela se localiza un ejemplar adulto de Olivo (*Olea europea*).



Fotos 5 (izq.) y 6 (dcha.): Seto remanente de *C. monogyna*.

Asimismo, a lo largo de todo el perímetro de la parcela de trabajo, y como resultado de la actuación de 2012, se ha mantenido una franja de anchura variable de vegetación herbácea, que potencialmente puede competir con la vegetación nueva que se va a establecer. En esta franja se encuentran además aquellos ejemplares (241 en total) que han sobrevivido desde la plantación realizada por la FIRE en 2012 en esta misma parcela.

Fauna

En primer lugar destacan aquellas especies que vienen recogidas en las diferentes legislaciones como especies con algún grado de protección. Por el declive sufrido a nivel europeo, cabe recalcar especies típicamente esteparias como el Sisón (*Tetrax tetrax*), el Cernícalo primilla (*Falco naumani*) o dos especies de Ganga (*Pterocles alchata* y *Pterocles orientalis*), todas ellas incluidas en el Anexo I de la Directiva 74/409/CEE. La presencia de estas aves queda documentada en el propio documento técnico de la ZEPA, en la cual se incluye la parcela de trabajo (ver apartado de condicionantes legales). El requerimiento de espacios abiertos por parte de estas aves condiciona la tipología del seto leñoso a plantar, donde han de predominar especies arbustivas que no supongan una marcada barrera visual y mantengan extensos espacios abiertos. La plantación del seto aportará sombra y favorecerá la presencia de insectos que puedan servir de alimentos para los pollos de las aves esteparias. Se ha constatado la presencia de Cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), Perdiz roja (*Alectoris rufa*), Agilucho cenizo (*Circus pygargus*), Milano real (*Milvus milvus*) y Milano negro (*Milvus migrans*). En las diferentes visitas a la parcela se ha observado algún ejemplar de Mochuelo europeo (*Athene noctua*) atropellado en la carretera contigua. Por otro lado, la abundante presencia de lagomorfos obliga a la instalación de tubos protectores en cada planta introducida para impedir la herbivoría. Posiblemente la superpoblación de

lagomorfos comprometa parte de los futuros procesos de regeneración natural de la cubierta vegetal en los lindes, ya que las semillas que genere el seto no superaran las etapas inmediatamente posteriores a la germinación.

➤ Legales

Figuras de protección

El terreno donde se han llevado a cabo las actuaciones queda incluido dentro de la Zona de Especial Protección para las Aves “Área Esteparia de la Margen Derecha del río Guadarrama” (código Red Natura 2000: ES0000435). Con una extensión total de 12.703 ha, su límite norte coincide con la carretera comarcal TO-4421-V, que constituye también el límite noroeste de la parcela de trabajo (**Figura A1, Anexo 1**).

Los hábitats representados en la ZEPA son los siguientes:

- **1430:** Matorrales halo-nitrófilos.
- **5335:** Fruticedas, retamares y matorrales mediterráneos termófilos: retamares y matorrales de genisteas.
- **5334:** Fruticedas, retamares y matorrales mediterráneos termófilos: matorrales y tomillares.
- **6220:** Zonas sub-estépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea.
- **6420:** Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas Molinion-Holoschoenion.
- **92A0:** Bosques de galería de *Salix* y *Populus alba*.
- **9340:** Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*.

Las principales amenazas a la conservación de este espacio protegido y su fauna están asociadas a los cambios en los usos del suelo acaecidos en los últimos años. En primer lugar la generalización de procesos de intensificación agrícola a través de la transformación de ciertos cultivos de secano en regadío, como el olivar y la vid en espaldera (que además afecta al campo visual de las aves esteparias, principal valor natural de este espacio). Y en segundo lugar, la proliferación excesiva de infraestructuras tales como líneas eléctricas (existe una torre de alta tensión en la parcela de trabajo), nuevas circunvalaciones para los núcleos de población y nuevos desarrollos urbanísticos residenciales dispersos en el territorio, suponen una grave

amenaza para este espacio. La restauración que se plantea no ahonda en esta problemática, y por lo tanto no entra en conflicto con los preceptos de la ZEPA.

Leyes

En 2011 la FIRE firmó un acuerdo de custodia con el propietario, que autoriza la realización de la presente restauración ecológica estratégica. El arrendatario de la parcela mostró también su conformidad con las actuaciones objeto de este acuerdo.

No se han encontrado impedimentos legales para llevar a cabo las actuaciones propuestas, pero existe una serie de leyes y normas que condicionan el diseño de las mismas:

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras. Capítulo 3, sobre usos y defensas de las carreteras.
- Ley 9/1990, de 28 de diciembre, de Carreteras y caminos de Castilla-La Mancha. Capítulo 4, sobre normas y usos permitidos en las zonas de servidumbre de las carreteras.
- No existe ninguna ordenanza municipal específica sobre las servidumbres en los caminos rurales, y por lo tanto la distancia de las actuaciones a las lindes de los caminos se regirá por lo especificado en el Código Civil.

Aunque en las citadas leyes no se especifica nada sobre la plantación de arbustos en la zona de servidumbre (se citan específicamente árboles), se optará por no plantar setos en todo el perímetro que queda dentro de estas áreas. Además la instalación del futuro cartel explicativo de “Campos de Vida” así como los posaderos para aves o futura instalación de cajas nido, deberán respetar las distancias de servidumbre. Respecto a la distancia de plantación a las propiedades colindantes, el Código Civil establece:

- Artículo 591. No se podrá plantar árboles cerca de una heredad ajena sino a la distancia autorizada por las ordenanzas o la costumbre del lugar, y, en su defecto, a la de dos metros de la línea divisoria de las heredades si la plantación se hace de árboles altos, y a la de 50 centímetros si la plantación es de arbustos o árboles bajos. Todo propietario tiene derecho a pedir que se arranquen los árboles que en adelante se planten a menor distancia de su heredad.

Respecto a la procedencia del material vegetal que se va a usar, y concretamente respecto a la especie regulada *Quercus coccifera*, y aun no tratándose de terrenos catalogados como de uso forestal:

- R.D. 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de materiales forestales de reproducción.

Finalmente, según la ley 21/2013 del 9 de diciembre, de evaluación ambiental, no se requiere una Evaluación de Impacto Ambiental para las actuaciones que se van a desarrollar.

3.1.3 Condicionantes internos

El agricultor inició hace seis años la transición desde un modelo de agricultura convencional a un modelo ecológico con la correspondiente auditoria anual para la certificación de la producción. Los dos primeros años fueron de transición, y por ello no se pudo vender hasta el tercer año el producto como ecológico.

La producción de trigo de la parcela en el último año fue de 15.000 kg, y según afirma el propietario, la bajada en la producción desde la conversión es compensada por la bajada de los costes en la aplicación de insumos.

Conjuntamente a la parcela de trabajo, el agricultor cultiva otras 150 ha, realizando rotaciones trianuales con trigo, cebada, garbanzos y el correspondiente año de barbecho. El cambio en las técnicas de cultivo, además de la habitual reducción y sustitución de insumos por productos menos dañinos con el medio ambiente, ha implicado también una reducción en el número de veces que entra maquinaria pesada a la parcela. Actualmente sólo se ara cuatro veces al año con “semischel”.

Como muestra la conversión a cultivo ecológico realizada por el agricultor, se trata de una persona concienciada con la problemática ambiental, y en consecuencia predispuesto a llevar a cabo actuaciones de restauración agroecológica en su propiedad. Con el consentimiento del agricultor a llevar a cabo las medidas propuestas, se elimina el factor de degradación de los lindes que suponía el paso continuado de maquinaria para cultivar hasta el límite justo de la propiedad.

3.2 Diseño de acciones de restauración agroecológica

La restauración ecológica estratégica planteada no es una restauración ecológica *sensu strictum* donde se recupera el estado del ecosistema previo a la perturbación, es decir, la transformación en un cultivo. Como ya se ha hecho hincapié en los apartados precedentes, se llevarán a cabo actuaciones de manicura o rediseño del espacio a pequeña escala para alcanzar los objetivos establecidos, básicamente el aumento de la biodiversidad y algunos servicios ecosistémicos, y que permitan a su vez la continuidad del uso agrícola de la parcela.

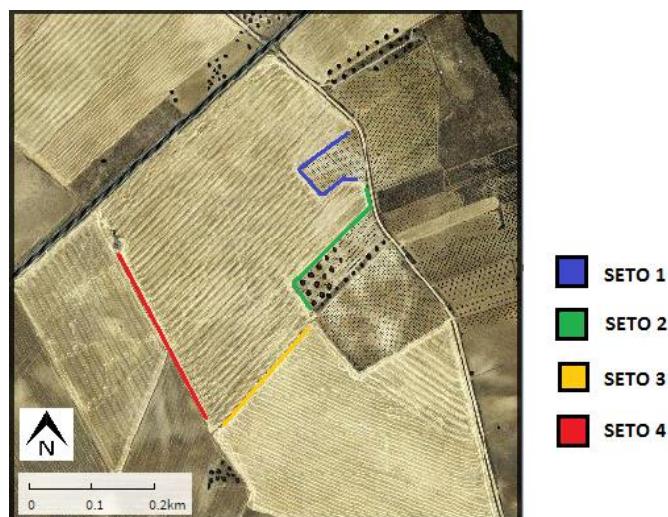
3.2.1 Plantación del seto

Consistirá en el establecimiento de un seto o cerca viva de múltiples especies con arbustos autóctonos a lo largo de parte del perímetro de la parcela.

➤ Unidades de actuación

El seto tendrá una longitud aproximada de 1.040 metros. La menor longitud del seto diseñado respecto a los 1.680 m de perímetro total se debe a la voluntad de no realizar trabajos dentro de la zona de servidumbre de la carretera TO-4421. Además se ha optado por no establecer ningún seto en la parte inicial del camino “Los Billares” para reducir la visibilidad de las actuaciones desde la carretera y el camino y evitar el robo de los protectores.

Con el objetivo de facilitar los trabajos de plantación, así como evitar una homogeneización excesiva de la estructura que se vaya a instalar, se ha subdividido el perímetro de plantación en cuatro tramos diferenciados. Entre los diferentes tramos de setos diseñados se dejaron pequeños tramos sin plantar, que en la mayoría de casos corresponden a accesos a la parcela. Con el desarrollo futuro del seto arbustivo y la sustitución asociada de la comunidad herbácea, estos pequeños tramos en dónde no se va a establecer planta leñosa serán un elemento con vegetación herbácea diferenciada. En el siguiente plano se representa la localización de los cuatro setos diseñados (**Mapa 2**).



Mapa 2: Localización de los setos programados en el perímetro de la parcela (Fuente: Ortofoto vuelo PNOA. Modificado).

Seto 1: 235 metros. Tramo de seto que rodea el campo de vid.

Seto 2: 247 metros. Tramo de seto que rodea el olivar.

Seto 3: 244 metros. Tramo lineal que se extiende desde el olivar hasta la charca.

Seto 4: 316 metros. Tramo lineal que se extiende desde la charca hasta la torre de alta tensión.

➤ **Preparación del terreno**

Esta fase de los trabajos de plantación tiene como objetivo mejorar algunas propiedades del suelo, así como facilitar la introducción y el establecimiento de las plantas. En la plantación de 2012 se realizó previamente un arado a lo largo del perímetro de plantación. Para el presente proyecto se descarta la realización de un laboreo debido a que la presencia de ejemplares supervivientes de la campaña de 2012 lo imposibilita. Las buenas condiciones de humedad del suelo por la propia época de plantación, la profundidad del perfil superficial, así como la escasa pedregosidad del terreno, permiten el uso de ahoyadora mecánica. Con esta técnica se espera conseguir una menor cantidad y menor tamaño de los terrones de tierra que con la apertura manual mediante azada, y como consecuencia, una menor cantidad de cavidades entre el cepellón y la tierra que puedan acelerar la desecación de éste. Esta problemática se eliminará con el riego de establecimiento programado. En aquellos casos que la broca de la ahoyadora produzca el “efecto maceta” en la cavidad (**Foto 7**) se procederá a su rotura con azada. Las propias dimensiones de la broca de la ahoyadora facilitaran la generación de un alcorque de forma natural (**Foto 8**) que propicie la retención del agua de riego y de

lluvia. La apertura de los hoyos de plantación se realizará en el momento de introducir la planta en la cavidad para evitar la pérdida de humedad del suelo.



Foto 7 (izq.) y Foto 8 (dcha.): “Efecto maceta” producido por el uso de la ahoyadora (izq.) y agujeros abiertos con la ahoyadora mecánica (dcha.).

➤ **Actuación sobre la vegetación pre-existente**

Se mantendrán e integrarán en el nuevo diseño los ejemplares que sobrevivieron en la plantación anterior. El número de ejemplares supervivientes asciende a 241 individuos. Como la época de plantación se ha programado para finales de invierno, la presencia de plantas adventicias no ha de suponer un problema durante la plantación debido a su bajo porte. Además, los trabajos con ahoyadora acarrearán necesariamente la eliminación de las hierbas más cercanas al cepellón.

➤ **Plan de revegetación**

i) **Selección de especies**

El criterio de selección de las especies a plantar parte de la premisa de generar un seto lo más biodiverso posible, para introducir una heterogeneidad ambiental y de recursos lo más amplia posible. Para garantizar el éxito de la plantación y su permanencia en el tiempo con el mínimo mantenimiento, se ha realizado una selección de especies arbustivas autóctonas adaptadas a las condiciones climáticas locales y compatibles con la naturaleza basófila de los suelos de la parcela. La parcela de trabajo habrá de estar, por tanto, incluida en las áreas de distribución de cada especie seleccionada. La constitución del seto con especies autóctonas permitirá su integración en la matriz del paisaje circundante, generará propágulos que podrán iniciar potenciales procesos de

sucesión secundaria en linderos y/o parcelas abandonadas cercanas y generará recursos alimenticios utilizables por la fauna local.

A continuación se enumeran las especies seleccionadas:

- *Colutea arborescens* (Espantalobos)
- *Crataegus monogyna* (Majuelo)
- *Daphne gnidium* (Torvisco)
- *Ephedra nebrodensis* (Efedra)
- *Genista scorpius* (Aulaga)
- *Jasminum fruticans* (Jazmín silvestre)
- *Phyllirea angustifolia* (Labiérnago)
- *Pistacia terebinthus* (Cornicabra)
- *Prunus spinosa* (Endrino)
- *Quercus coccifera* (Coscoja)
- *Retama sphaerocarpa* (Retama de bolas)
- *Rhamnus alaternus* (Aladierno)
- *Rhamnus lycioides* (Espino negro)
- *Rosa canina* (Rosal silvestre)

Para la constitución de un seto denso y bien estructurado se han elegido especies con tres tamaños vegetativos diferentes. Se ha descartado el uso de especies arbóreas debido al paisaje de pseudo-estepa en el que se va a llevar a cabo la plantación. El *Crataegus monogyna*, especie que puede alcanzar porte de pequeño arbolillo en condiciones óptimas, será la especie considerada de mayores dimensiones. Seguidamente estarán las especies de matorral de porte medio como *Colutea arborescens*, *Phyllirea angustifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Retama sphaerocarpa*, *Rosa canina*, *Rhamnus alaternus* y *Rhamnus lycioides*. Finalmente las especies de matorral de pequeño porte como *Prunus spinosa*, *Jasminum fruticans*, *Daphne gnidium*, *Ephedra nebrodensis* y *Genista scorpius* permitirán una menor competencia por el espacio dentro del propio seto.

Con el objetivo de favorecer los procesos de incorporación del nitrógeno al suelo se han incorporado tres especies de leguminosas como son *Colutea arborescens*, *Retama*

sphaerocarpa y *Genista scorpius*. Con un adecuado diseño de los módulos de plantación se conseguirá que haya un ejemplar nitrificante cada no más de cuatro metros.

Además se han incluido también especies de hoja caduca como *Rosa canina*, *Prunus spinosa*, *Colutea arborescens* y *Crataegus monogyna*.

Atendiendo a las diferentes épocas de floración, se persigue que el seto pueda aportar, una vez establecido, un recurso alimenticio (néctar y/o polen) para todo tipo de coleópteros, lepidópteros, dípteros e himenópteros polinizadores a lo largo de gran parte del año. Para ello se han seleccionado especies que distribuyan su floración dentro de lo posible a lo largo de las diferentes estaciones (**Tabla 1**). Por este motivo se han incorporado especies como la *Genista scorpius* (floración temprana) o el *Daphne gnidium* (floración tardía). Además cabe destacar como especies ricas en polen a la *Retama sphaerocarpa* y al *Crataegus monogyna* y como especie ricas en néctar al *Jasminum fruticans* (Aguado et al. 2015).

	ÉPOCA DE FLORACIÓN											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Colutea arborescens</i>			X	X	X	X						
<i>Crataegus monogyna</i>			X	X	X							
<i>Daphne gnidium</i>							X	X	X	X	X	
<i>Ephedra nebrodensis</i>				X	X	X						
<i>Genista scorpius</i>	X	X	X	X	X	X	X					
<i>Jasminum fruticans</i>				X	X	X	X	X				
<i>Phillyrea angustifolia</i>			X	X	X							
<i>Pistacia terebinthus</i>				X	X							
<i>Prunus spinosa</i>		X	X	X	X							
<i>Quercus coccifera</i>			X	X	X				X	X	X	
<i>Retama sphaerocarpa</i>				X	X	X	X					
<i>Rhamnus alaternus</i>		X	X	X	X							
<i>Rhamnus lycioides</i>				X	X	X	X	X				
<i>Rosa canina</i>			X	X	X	X						

Tabla 1: Meses de floración de las especies seleccionadas (Fuente: López González 2001).

Las especies productoras de frutos como *Crataegus monogyna*, *Daphne gnidium*, *Jasminum fruticans*, *Phyllirea angustifolia*, *Pistacia terebinthus*, *Prunus spinosa*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus*, *Rhamnus lycioides* y *Rosa canina* aportarán un recurso alimenticio a aves y pequeños mamíferos, favoreciéndose los procesos de dispersión de semillas en matrices agrícolas dónde la producción de propágulos es un factor limitante o cuello de botella para los fenómenos de restauración pasiva.

ii) Método de revegetación

El método de revegetación será la plantación. Con ello se espera conseguir una mayor tasa de supervivencia y una ventaja de crecimiento sobre las plantas adventicias. La colocación de los ejemplares en cada agujero se realizará manualmente. El cepellón se colocará completamente vertical en el agujero y en todo momento se evitará que el cepellón quede descalzado en su parte superior, evitándose así su rápida desecación. En el momento de colocar la tierra en el agujero se tomará la precaución de romper los terrones de tierra de mayor tamaño, impidiendo que se generen grandes porosidades en contacto con el cepellón. Asimismo, la compactación de la tierra que se añada sobre el cepellón no será excesiva para no reducir la capacidad de aireación del suelo y la percolación del agua. Adicionalmente, si la profundidad del agujero supera las dimensiones del cepellón, se aconseja su establecimiento en profundidad sin que queden enterrados en ningún caso partes aéreas de la planta (Oliet et al. 2012). Con esto se conseguirá que el sistema radical incipiente alcance antes las capas subsuperficiales del suelo, consiguiéndose una ventaja de supervivencia en los primeros años críticos desde la plantación.

Con el objetivo de proteger a la planta de la presencia de una elevada densidad de lagomorfos, se colocará a cada ejemplar un tubo protector de 60 cm. de alto, atado a su correspondiente tutor para asegurar su sujeción. Los protectores serán en todo caso ventilados para evitar que se alcancen temperaturas excesivamente elevadas en verano. Igualmente los protectores ejercerán protección contra las heladas. Se descarta el vallado perimetral como método de protección contra la herbivoría por tratarse de una estructura lineal que impide el paso de fauna, reduciéndose en consecuencia la conectividad del territorio.

La época de plantación se establece entre la segunda quincena de febrero y la primera de marzo. De este modo se evitarán previsiblemente las heladas del invierno sobre los individuos recién establecidos y se maximizará el aprovechamiento de las lluvias de primavera antes del primer verano. Para una correcta ejecución de los trabajos de plantación estos serán realizados por mano de obra especializada, y en el caso de la colaboración de voluntarios, no deberán ser la mano de obra mayoritaria para poder ejercer una correcta supervisión de los trabajos.

Especificaciones sobre la calidad de la planta

- Se utilizarán plantas de una o dos savias para evitar la descompensación entre el sistema radical y la parte aérea.
- El cultivo de la planta se realizará en bandeja forestal con contenedores de 250 o 300 cc. con sistema antiespiralizante para evitar un futuro estrangulamiento del sistema radical una vez establecida la planta. Además los contenedores deberán contar con amplios sistemas de drenaje y sistemas de autorepicado.
- El sustrato utilizado será la turba.
- Se requerirá una correcta fertilización durante el proceso de producción de la planta en vivero.
- Para la especie *Quercus coccifera*, especie regulada en el Real Decreto 289/2003 del 7 de marzo, sobre comercialización de materiales de reproducción, se cumplirán las especificaciones sobre la calidad y la procedencia de la planta que marca la ley.
- El resto de especies que se van a utilizar en la plantación y que no están incluidas en el Real Decreto 289/2003 sobre materiales forestales de reproducción, deberán cumplir las siguientes indicaciones:
 - Deberá haber una única planta por alvéolo.
 - Ausencia de deformaciones radicales.
 - Ausencia de heridas en la parte aérea de la planta.
 - No se aceptarán plantas con tallos cortados.
 - Ausencia de patógenos en toda la estructura así como coloraciones de follaje indicativas de enfermedades o carencias.
 - Si la planta ha sido cultivada en vivero, se exigirá un endurecimiento previo mínimo de un mes antes de ser suministrada.
 - La planta tendrá que estar correctamente hidratada a su salida del vivero. Asimismo se tendrá en cuenta su correcto contenido hídrico desde que es servida por el viverista hasta el momento exacto de la plantación.
 - El transporte deberá realizarse de forma ordenada y cuidadosa, sin apilar las bandejas y garantizando la ausencia de daños mecánicos de las plantas.

El incumplimiento de estos mínimos parámetros de calidad a la entrega de la planta, será motivo de rechazo en el momento de la entrega y se procederá a devolver la planta al viverista.

iii) Módulos de plantación

La estructura fija de los setos estará constituida por dos líneas de plantación paralelas, separadas un metro entre ellas, y al tresbolillo una respecto a la otra. La separación de los individuos dentro de cada fila será también de un metro. La densidad establecida responde a la voluntad de generar un seto funcional y denso en relativamente poco tiempo. La necesidad de simplificar los trabajos de plantación y reducir los costes obliga a este esquema de diseño semi-irregular. Se espera que esta linealidad inicial se desdibuje con el paso del tiempo, principalmente por estar constituido el seto por especies con tipologías y crecimientos bien diferenciados.

Se ha diseñado un módulo de plantación diferente para cada uno de los setos proyectados, con ocho especies cada uno (**Figuras 4, 5, 6 y 7**). Cada módulo se instalará repetidamente hasta completar la distancia correspondiente a cada seto. En el momento en el que se tope con un individuo de la plantación de 2012, este se integrará en el diseño actual, corriendo la especie que toque en ese momento a la posición siguiente al ejemplar ya establecido.

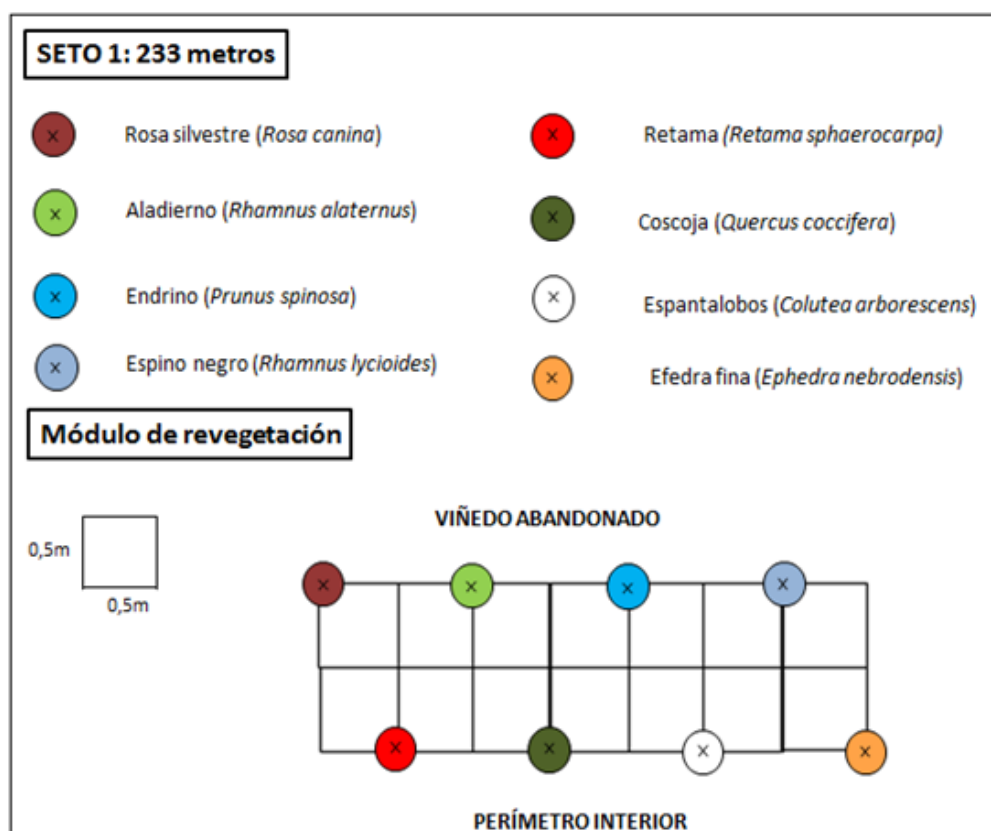


Figura 4: Representación gráfica del Módulo 1 de plantación.

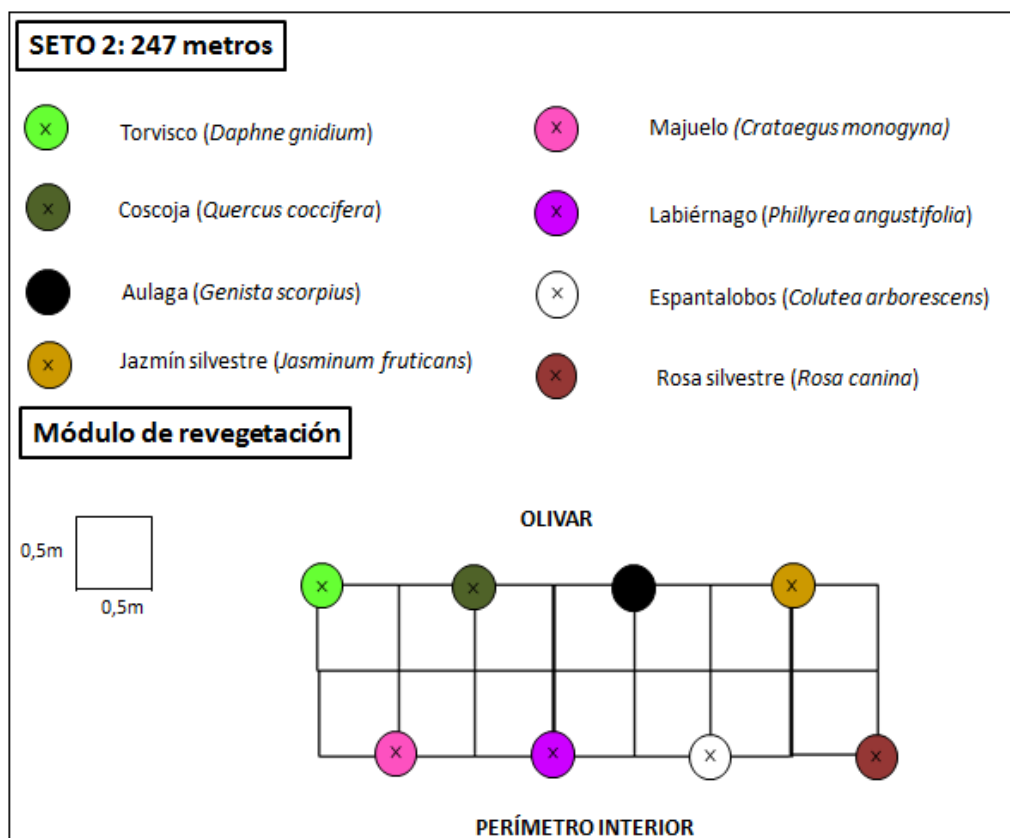


Figura 5: Representación gráfica del Módulo 2 de plantación.

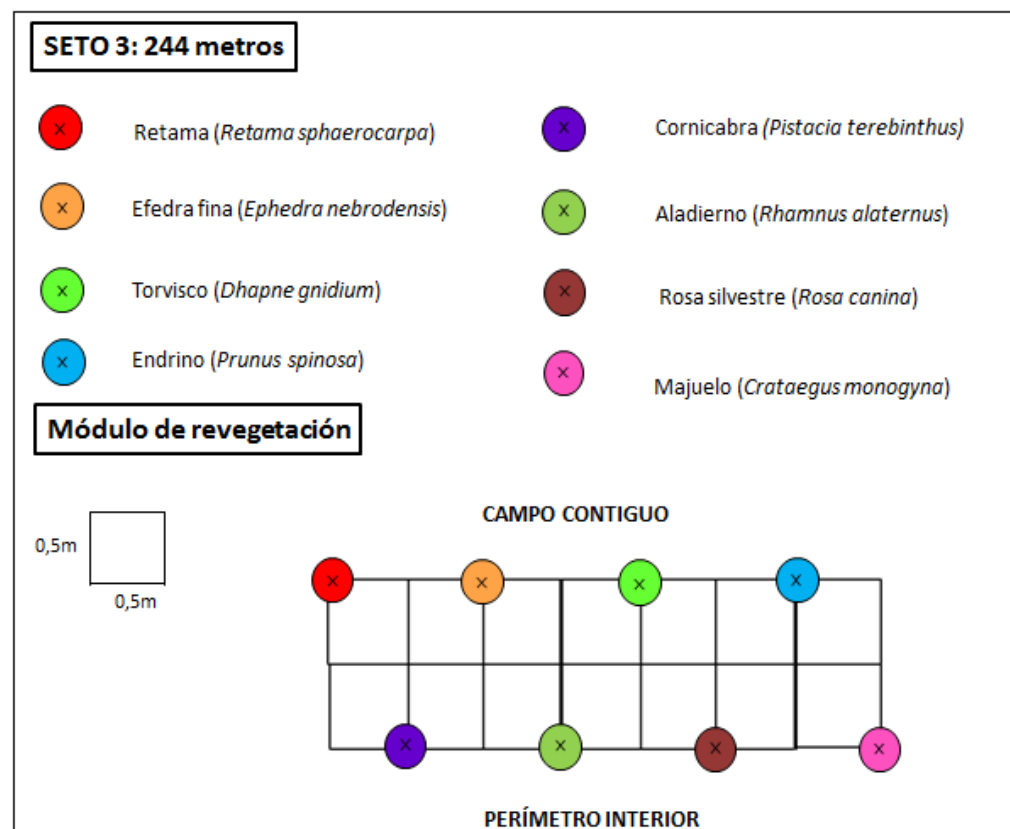


Figura 6: Representación gráfica del Módulo 3 de plantación.

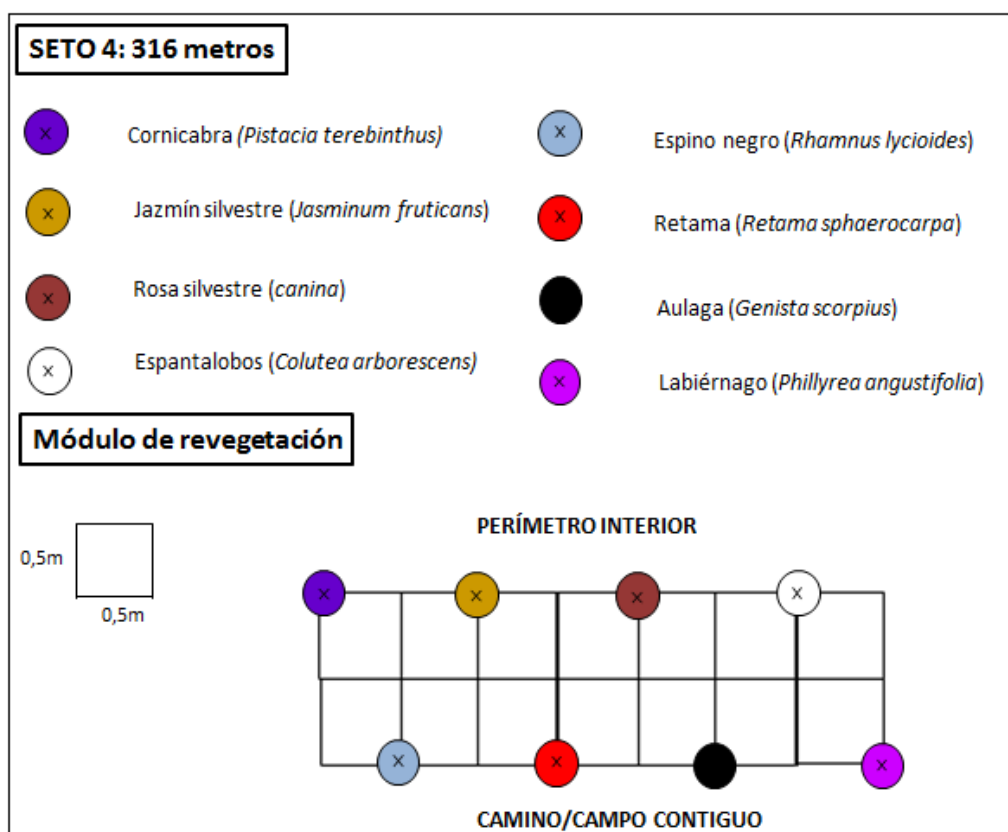


Figura 7: Representación gráfica del Módulo 4 de plantación.

Atendiendo a los módulos de plantación diseñados, a la longitud de los mismos y a la presencia de los 241 ejemplares supervivientes de la plantación anterior, se muestra a continuación el número de ejemplares por especie y seto requeridos.

	SETO 1	SETO 2	SETO 3	SETO 4	TOTAL
<i>Colutea arborescens</i>	48	54		71	173
<i>Crataegus monogyna</i>		54	53		107
<i>Daphne gnidium</i>		54	53		107
<i>Ephedra nebrodensis</i>	48		53		101
<i>Genista scorpius</i>		54		71	125
<i>Jasminum fruticans</i>		54		71	125
<i>Phillyrea angustifolia</i>		54		71	125
<i>Pistacia terebinthus</i>			53	71	124
<i>Prunus spinosa</i>	48		53		101
<i>Quercus coccifera</i>	48	54			102
<i>Retama sphaerocarpa</i>	48		53	71	172
<i>Rhamnus alaternus</i>	48		53		101
<i>Rhamnus lycioides</i>	48			71	119
<i>Rosa canina</i>	48	54	53	71	226
TOTAL	384	432	424	568	1808

Tabla 2: Resumen de la cantidad de planta necesaria para la plantación de los setos.

iv) Cuidados post-plantación (mantenimiento) y seguimiento

Riego de establecimiento:

En los días inmediatamente posteriores a la plantación se procederá a realizar un riego de establecimiento de todos los individuos plantados con el objetivo de asentar el material removido y reducir los grandes poros generados. Además se añade un recurso hídrico extra antes de la llegada de las lluvias primaverales, compensándose de igual forma la pérdida de humedad del suelo producida por la remoción de materiales durante la plantación. El riego se realizará con la precaución de no descalzar el cepellón de la planta. Adicionalmente se conseguirá una mayor sujeción de los tubos protectores, al facilitarse su inserción en el suelo. El riego se realizará mediante una cuba de agua con distribución del agua por diferencia de cota. La cuba se desplazará paralelamente al seto y por la zona de cultivo.

Riego de mantenimiento:

Se programa un riego de salvamento o auxilio durante el primer verano desde la plantación. El objetivo será proporcionar un aporte extra de agua en el momento de mayor déficit hídrico, cuando las plantas no tienen todavía un sistema radicular profundo ni suficientemente desarrollado. Con esto se pretende ayudar a la plantación superar el momento más crítico de su establecimiento. Se aportará una cantidad de agua que oscile entre los 20 y 40 litros por individuo. Se deberá elegir el momento adecuado para que el riego de mantenimiento no active el crecimiento de la parte aérea de las plantas.

Reducción de competencia con especies herbáceas:

Se realizarán siegas de la vegetación herbácea para reducir la competencia por el recurso hídrico limitante. El momento del desbroce deberá coincidir con el momento en el que finalicen las lluvias primaverales, suficientemente tarde para que no vuelvan a brotar pero suficientemente pronto para evitar la producción de semillas, maximizándose así la efectividad del desbroce. El desbroce se realizará con una motodesbrozadora, abarcando toda la superficie que queda entre las dos líneas del seto y al menos medio metro al lado exterior de cada línea del mismo. Se deberá tener la mayor precaución posible para no dañar los protectores. Adicionalmente se procederá al escarde manual de las herbáceas desarrolladas en el interior del tubo protector, siempre

con la precaución de no arrancar la planta establecida. El desbroce se realizará durante los tres primeros años desde la plantación.

Reposición de marras:

En caso de que después del primer verano desde la plantación la mortalidad supere el 80%, se procederá a una reposición de marras de los ejemplares muertos. En climas mediterráneos, la mayoría de estudios realizados con especies autóctonas como *Quercus ilex* o *Pinus Halepensis*, consiguen valores de supervivencia de entre el 30-80% (Del Campo et al. 2010), dependiendo de la calidad de la estación. Para esta reposición de marras se utilizarán las mismas especies y mismos métodos de plantación que los usados en la plantación inicial. Al estar programada para después del primer verano, al inicio de la ventana de plantación de octubre, no se ha programado ni riego de establecimiento ni riego de mantenimiento.

Retirada de tubos protectores y tutores:

A partir del tercer año y en los sucesivos años se procederá a la retirada paulatina de los tubos protectores y tutores. La heterogeneidad de especies establecidas y la diferente naturaleza de suelos a lo largo del perímetro de la parcela, darán lugar a crecimientos disímiles. Esto aconseja su retirada en años sucesivos atendiendo a un criterio de tamaño de cada planta, grado de engrosamiento y lignificación de tallos y ramas, riesgo de herbivoría y deformación morfológica generada por el propio tubo protector. En todo caso se recomienda su retirada en fechas con temperaturas frías para evitar ataques de avispas que hayan construido el avispero en el interior del tubo.

Seguimiento:

Se realizarán a lo largo de todo el proceso conteos de las plantas vivas y muertas para conocer en todo momento el estado de la plantación. Por ello se realizará un primer conteo de marras el primer año, antes del inicio del primer verano. De esta manera se podrá discriminar la mortalidad producida por una mala calidad de la planta o una deficiente ejecución de la plantación. Adicionalmente y después de cada verano durante los tres primeros años, se realizará otro conteo de marras donde quede recogida la mortalidad causada principalmente por la sequía estival. Se espera que la mortalidad después de cada verano vaya disminuyendo a medida que los ejemplares desarrollen su sistema radicular en profundidad.

3.2.2 Instalación de posaderos para Mochuelo europeo

Se colocarán siete postes de madera distribuidos a lo largo del perímetro de la parcela que sirvan como posaderos o atalayas para Mochuelo europeo (*Athene noctua*) (**Mapa 3**). Con esta medida se pretende realizar una mejora de hábitat específica para esta especie con poblaciones en declive que se encuentra catalogada como “De interés especial” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas. Aunque en el pasado la especie se benefició de la abundancia de bosques aclarados y adeshados y de la deforestación para la obtención de terrenos agrícolas, actualmente sus poblaciones se encuentran en declive debido a las transformaciones del paisaje agrícola y al uso de fitosanitarios que reducen la disponibilidad de presas.



Mapa 3: Localización de las siete atalayas para Mochuelo europeo a lo largo del perímetro de la parcela (Fuente: Ortofoto vuelo PNOA. Modificado).

Estos elementos serán potencialmente usados como posaderos para descansar o como oteaderos desde los que cazar sus presas a lo largo de todo el año. Como se observa en las **fotos 3 y 4**, la ausencia de infraestructuras como vallas o postes que puedan ser usadas a tal fin, hacen recomendable esta medida, ya que la presencia de estructuras naturales como olivares o almendros también es escasa en la zona. Su alimentación principal se basa en pequeños roedores, insectos grandes que encuentra en el suelo como grillos, escarabajos, saltamontes, polillas, lombrices, o incluso pequeños pájaros, por lo que contribuye al control de plagas en los cultivos. La colocación de los posaderos alejados de la carretera y la previsible mayor abundancia y riqueza de insectos en la parcela al no aplicarse fitosanitarios y por el desarrollo futuro del seto,

podría reducir el uso de las infraestructuras viarias por parte de la especie al generarse hábitat adecuado en la parcela de trabajo.

Los postes serán de madera de pino nacional tratado con unas dimensiones de 2 m de largo por 8 cm de diámetro. De igual forma que en la plantación del seto, habrán de respetarse las distancias de servidumbre a carreteras y caminos públicos y tampoco deberán interferir en los trabajos de labor. Con la instalación de los posaderos retirados de la carretera se intenta evitar incidir en la problemática de los atropellos que tanto afectan a esta especie. Por ello la ubicación de los mismos será entre los dos líneas del seto establecido. No existe una distancia mínima entre posaderos para evitar el solapamiento entre dichas estructuras y por tanto no existe un número máximo de posaderos recomendado. La separación establecida de unos 150 metros aproximadamente entre posaderos responde por tanto a un criterio económico (**Mapa 3**). En los puntos concretos donde se vayan a situar los posaderos, se procurará colocarlos cerca de especies que sean de bajo porte (Efedra, Endrino, Torvisco, Jazmín o Aulaga) para evitar que queden ocultos con el paso del tiempo entre la vegetación y pierdan su funcionalidad.

A continuación se enumeran los pasos a seguir para la instalación de los posaderos (**Foto 9**). Para su colocación no se usarán materiales de obra. Las piedras utilizadas en la instalación serán recogidas en la parcela de trabajo o alrededores.

- Mediante ahoyadora mecánica se realiza el agujero donde se colocará la estaca de madera.
- Se mide la profundidad del agujero. Si no tiene 30 cm o más, se aumentará la profundidad de la cavidad con ayuda de una pala hasta el calado especificado.
- Se coloca la estaca de madera en el agujero y se colocan tres piedras del tamaño adecuado alrededor de la misma. Con el mango de la propia pala se van compactando las piedras.
- Se añade una capa de tierra y se procede a su compactación.
- Se repiten los dos pasos anteriores hasta llegar al nivel de la superficie.



Foto 9: Pasos para la instalación de los posaderos para Mochuelo europeo.

Para poder constatar el uso de estas infraestructuras por parte de ejemplares de Mochuelo europeo, se llevará a cabo un seguimiento del uso de los posaderos por parte de un técnico especialista. El seguimiento consistirá en la búsqueda de egagrópilas, plumas y otros restos en la base e inmediaciones de cada posadero. Dichos trabajos se realizarán durante los cinco años posteriores a la instalación de los posaderos dos veces por año. Una primera visita en invierno y otra en el verano, al finalizar la época de reproducción de la especie y procurando en ambas fechas que no haya llovido recientemente para evitar el lavado de los restos.

3.2.3 Construcción de una charca y plantación de una orla de vegetación perimetral

Entre las actuaciones llevadas a cabo en el año 2012 destaca la construcción de una charca artificial con el objetivo de aumentar la heterogeneidad de hábitats y la biodiversidad a través de su colonización por parte de invertebrados acuáticos, anfibios y vegetación asociada a masas de agua temporales, entre otros. Adicionalmente se va a diseñar y establecer una orla de vegetación perimetral para generar una zona de amortiguamiento. La charca está localizada en el vértice sur de la parcela, en el límite con las propiedades colindantes.



Mapa 4: Localización de la charca y orla de vegetación perimetral (Fuente: Ortofoto vuelo PNOA. Modificado).

La charca está planteada para no tener que realizar un aporte hídrico adicional, sino que el balance hídrico de la misma estará marcado por la climatología típica mediterránea. Se espera por tanto que en otoño se inicie una fase de balance hídrico positivo o neutro que permita la inundación y se mantenga con una lámina de agua fluctuante hasta finales de primavera, dónde el aumento de la evaporación acabe desecando en algunas semanas el agua acumulada (**Fotos 10, 11 y 12**).



Fotos 10 (izq.), 11 (centro) y 12 (dcha.): Aspecto de la charca en distintas épocas del año (marzo-junio-octubre).

Dado que el llenado depende de las lluvias puntuales, es de esperar que los cambios de nivel sean rápidos y la duración propia del hidroperiodo variable e impredecible (Camacho et al. 2009). Se esperan ciertos niveles de turbidez debido a la remoción de materiales en los primeros momentos después de cada llenado. Con la desecación anual prevista, se conseguirá reproducir el régimen hídrico natural de este tipo de charcas, que en muchos casos han desaparecido de los agroecosistemas mediterráneos como resultado de roturaciones incontroladas y que están específicamente protegidas como hábitat prioritario 3170* en la Directiva Hábitats. La existencia de un hidroperiodo seco

ejercerá un control sobre la proliferación de vegetación acuática que colonizaría rápidamente la charca y provocaría su rápida colmatación. Además se impide de esta manera la persistencia de peces (que puedan ser liberados en la charca deliberadamente) o la prevalencia de ciertos hongos que pueden afectar negativamente a los anfibios. Para asegurarse la desecación de la cubeta, la profundidad de la misma no deberá superar los 1'5-2 metros de profundidad (Camacho et al. 2009). Sin embargo, con un diseño y dimensiones adecuadas se podrá conseguir una lámina de agua suficiente para poder albergar con éxito el ciclo reproductivo de los anfibios que potencialmente colonizarán la charca.

Se espera que la charca funcione como masa de agua temporal satélite para los anfibios de otros puntos de agua naturales de mayor entidad y por tanto con un hidroperiodo más prolongado, que se encuentran próximas a la parcela. Las masas de agua cercanas a la parcela aparecen citadas en el diagnóstico precedente.

Todos los puntos de agua localizados en los alrededores (**Figura A2, Anexo 1**) se encuentran a distancias inferiores a la distancia máxima de migración de las especies de anfibios más comunes como el *Bufo bufo* (5.000 m), *Bufo calamita* (2.250 m) o la *Pelophylax perezi* (2.000 m), (Rodríguez y Rey Benayas 2014).

Para la construcción de la balsa se siguió la metodología propuesta por Rodríguez y Benayas (2014) y la FIRE.

- Localización de un emplazamiento adecuado en función de las características de la charca. Su ubicación no debe interferir en los trabajos de labor de la parcela, y dentro de lo posible, se construirá en una zona de vaguada o recolección de escorrentía superficial. En este caso se eligió el vértice sur de la parcela.
- A continuación se limpia la zona de piedras y rastrojos para facilitar el marcaje de las dimensiones de la cubeta mediante estacas. La charca construida tiene un tamaño aproximadas 13 m².
- La excavación del vaso de la cubeta se podrá realizar de forma manual, o preferiblemente con una retroexcavadora. La morfología final del vaso debe ser lo más heterogénea posible y con algún costado con pendientes no superiores al

10% para facilitar la salida de los anfibios. El punto de máxima profundidad de la charca alcanza los 100 cm.

- Antes de la colocación de los materiales impermeables, se procede a la excavación de una pequeña zanja alrededor del vaso con el objetivo de enterrar los extremos de las láminas y asegurar su correcta sujeción. Adicionalmente se eliminan de la cubeta excavada las posibles raíces, piedras o materiales que puedan romper las láminas impermeables y se modela el perfil batimétrico con parte de la tierra extraída.
- Seguidamente se procede a la colocación de los materiales impermeables. Estos han de tener aproximadamente entre 1 m y 1'5 m por lado de material adicional que las dimensiones de la charca, debido a que las láminas han de adaptarse al perfil excavado y ha de quedar un sobrante para su soterramiento en la zanja perimetral excavada. En primer lugar se coloca una lámina de geotextil con el fin de proteger a la lámina impermeable de su contacto con los materiales del suelo y, sobre esta, una lámina impermeable de caucho de etileno. Este material se caracteriza por su resistencia, su nula toxicidad y por estar libre de nitrosaminas (Mesa 2013). Finalmente se coloca una segunda capa de geotextil para evitar la degradación de la lámina impermeable.
- Para finalizar se realiza la naturalización y mejora del perfil del vaso mediante piedras y tierra del lugar. La colocación de piedras en la base de la cubeta y en las salidas diseñadas facilitará la retención de la tierra que se añada. Una vez llena la charca, es recomendable aportar lodos procedentes de los puntos de agua cercanos para facilitar la sucesión ecológica en la charca al introducir en ella el banco latente de formas de resistencia, aportando así biodiversidad adicional.

En el presente proyecto se va a realizar una mejora de la charca a través de una plantación de un bosque con vegetación arbustiva autóctona alrededor de la misma. Con esta actuación se pretende generar una zona de amortiguamiento entre la charca y el exterior a través de una orla perimetral de vegetación que sirva de zona de refugio y alimentación para los anfibios. En la **Figura 8** se muestra el diseño de la orla perimetral, que ocupa una extensión aproximada de 45 m². En el lado de la charca colindante con el cultivo quedará una franja libre de vegetación para no interferir en los trabajos de labranza.

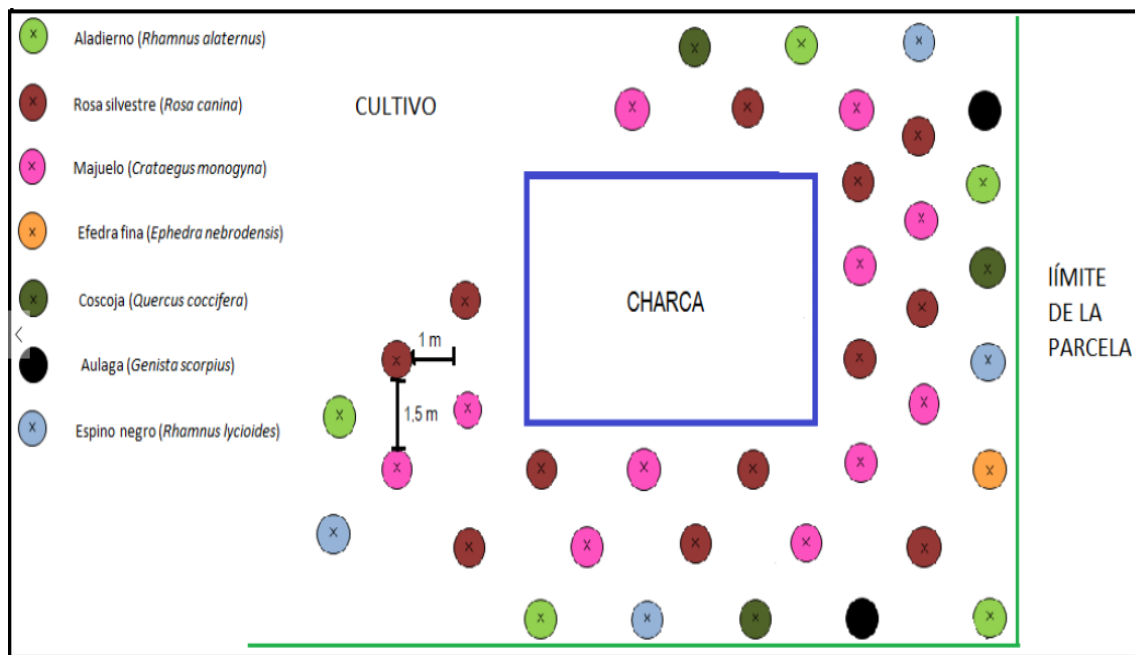


Figura 8: Croquis de la orla perimetral de vegetación de la charca.

En el proyecto diseñado se ha evitado la plantación de especies arbóreas para evitar la proyección excesiva de sombra sobre la lámina de agua y la colmatación de la cubeta por material vegetal. El cordón de vegetación más cercano a la charca, está constituido por especies de hoja caduca, y al tratarse de una especie de arbusto y un pequeño arbolillo (*Rosa canina* y *Crataegus monogyna*) no supondrán un aporte problemático de hojarasca a la charca que pudiese colmatarla en pocos años. Exteriormente a esta línea perimetral se establecerá un último cordón de vegetación típica del matorral mediterráneo con especies también presentes en el seto como *Rhamnus alaternus*, *Rhamnus lycioides*, *Quercus coccifera*, *Genista scorpius* y *Ephedra nebrodensis*.

Este tipo de infraestructuras requieren de cierto tiempo para su naturalización e integración en el entorno. Es de esperar que el tiempo de colonización por parte de los anfibios no sea inmediato. Por ello se ha programado un seguimiento que se prolongará durante cinco años desde la instalación de la vegetación circundante a la charca y que consistirá en la visita a la parcela por parte de un técnico especialista. Se realizará una visita a mediados de primavera cuando los ciclos reproductivos de los anfibios estén iniciados para localizar huevos o ejemplares en cualquier estadio del ciclo reproductivo que indiquen el uso de la charca para tal fin. También se realizará otra visita en otoño cuando hayan caído ya las primeras lluvias, con el objetivo de localizar otras especies de anfibios que puedan visitar ocasionalmente la charca.

3.3 Diseño e instalación de un panel informativo

Una vez ejecutadas en campo todas las actuaciones de restauración agroecológica previstas en el presente documento, se procederá a la colocación de un panel informativo con una breve explicación de las actuaciones llevadas a cabo. El objetivo de esta medida es dar a conocer y explicar al público en general, y a los agricultores en particular, así como a posibles visitas académicas, la problemática de la agricultura actual y la posibilidad real de conciliación de la agricultura con la protección del medio ambiente.



Mapa 5: Ubicación del panel informativo (Fuente: Ortofoto vuelo PNOA. Modificado).

En el diseño del panel informativo se incluirá tanto el logotipo de la FIRE como el logotipo del proyecto Campos de Vida. Adicionalmente se incluirá un nombre asignado por el propietario que lo diferenciará del resto de proyectos de “Campos de Vida”, ahondándose así en la identificación del propietario con el proyecto. A continuación se muestra la lámina diseñada para su colocación en campo y las medidas de la misma.



Figura 9: Diseño de la lámina del panel informativo y medidas de la misma.

La estructura del panel informativo estará fabricada en madera, con unas dimensiones de 1'5 metros de ancho y 2'5 metros de alto. Para su colocación se procederá al soterramiento de ambas patas hasta una profundidad de medio metro. Se utilizarán materiales de obra para su fijación.

La ubicación del panel deberá respetar en todo caso las servidumbres de la carretera comarcal así como del camino rural Los Billares. Asimismo deberá ser legible desde el camino sin necesidad de acceder a la propiedad de la parcela.

3.4 Cronograma

En las **tablas 3 y 4** se representa el cronograma de actividades del presente proyecto para los seis primeros años. La primera fase del proyecto engloba por un lado los trabajos preliminares antes de la ejecución del proyecto y por el otro la ejecución propia de las medidas propuestas. Los trabajos de ejecución programados se llevarán a cabo hasta la campaña de campo de marzo de 2015. La segunda fase corresponde a los trabajos de mantenimiento y seguimiento, que se iniciarán en marzo de 2015 con el riego de establecimiento inmediatamente después de terminar los trabajos de plantación y se prolongaran hasta 2020.

CRONOGRAMA ACTUACIONES DE RESTAURACIÓN	2015											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Visistas iniciales a la parcela												
Diseño de las actuaciones												
Campaña de plantación												
Plantación de la orla perimetral charca												
Instalación de posaderos												
Instalación de panel informativo												

Tabla 3: Cronograma correspondiente al trabajo de gabinete y a la campaña de campo.

CRONOGRAMA MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO	2015				2016				2017				2018				2019				2020			
	Marzo	Mayo	Julio	Octubre	Enero	Mayo	Julio	Octubre	Enero	Mayo	Julio	Octubre	Enero	Mayo	Julio	Octubre	Enero	Mayo	Julio	Octubre	Enero	Mayo	Julio	Octubre
MANTENIMIENTO																								
Riego establecimiento																								
Riego de mantenimiento																								
Desbroce																								
Reposición de marras																								
Retirada de protectores y tutores																								
SEGUIMIENTO																								
Recuento de marras																								
Seguimiento anfibios																								
Seguimiento uso de posaderos																								

Tabla 4: Cronograma correspondiente a los trabajos de mantenimiento y seguimiento.

3.5 Presupuesto

A continuación se detallan los recursos económicos necesarios para la ejecución del proyecto (**Tabla 5**). El presupuesto general de ejecución material (PGEM) y por contrata (PGEC) total ascienden a 11.073'72 € y 16.079'04 € en cada caso. Si separamos los costes por fases del proyecto, el PGEM y PGEC de las actuaciones de restauración e instalación del panel informativo son de 5.847'57 € y 8.490'67 € respectivamente. El mantenimiento de la plantación del seto (ver **Tabla 4** del cronograma de actividades) incluyendo la potencial reposición de marras asciende a 3.154'89 € (PGEM) y 4.580'9 € (PGEC). Igualmente, si tenemos en cuenta por separado el seguimiento durante los seis primeros años de las actuaciones de restauración, el presupuesto para este periodo asciende a 2.071'26 € (PGEM) y 3.007'47 € (PGEC).

PGEM ACTUACIONES DE RESTAURACIÓN	5.847,57
Gastos Generales (20% del PGEM)	1.169,51
Base imponible (PGEM + GG)	7.017,08
IVA (21 % de la base imponible)	1.473,59
PGEC ACTUACIONES RESTAURACIÓN	8.490,67

PGEM MANTENIMIENTO	3.154,89
Gastos Generales (20% del PGEM)	630,98
Base imponible (PGEM + GG)	3.785,87
IVA (21 % de la base imponible)	795,03
PGEC MANTENIMIENTO	4.580,90

PGEM SEGUIMIENTO	2.071,26
Gastos Generales (20% del PGEM)	414,25
Base imponible (PGEM + GG)	2.485,51
IVA (21 % de la base imponible)	521,96
PGEC SEGUIMIENTO	3.007,47

Nota: Todos los precios se especifican en €.

Tabla 5: Presupuesto General de Ejecución Material (PGEM) y Presupuesto General de Ejecución por Contrata (PGEC) de las actuaciones de restauración e instalación del panel informativo y de las tareas de mantenimiento y seguimiento.

En el **Anexo 2 (Tablas A1-A8)**, se adjuntan las tablas correspondientes a los recursos requeridos, precios unitarios y las diferentes unidades de obra del proyecto.

4 DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1 Ejecución de las actuaciones de restauración agroecológica

4.1.1 Plantación del seto

Se realizaron sendas visitas previas a la parcela antes de iniciarse los trabajos de plantación propiamente dichos. Como estaba programado se analizó la situación de la plantación de 2012 y se estudiaron las medidas a llevar a cabo sobre el terreno así como los condicionantes existentes. Se procedió a la retirada tanto de residuos acumulados en la parcela como de los protectores restantes de las marras de la plantación anterior.

Los trabajos de plantación del seto fueron realizados entre el 2 y el 6 de marzo de 2015. La mano de obra empleada fue un director de obra durante la jornada inicial para la preparación de la campaña de plantación, dos peones de campo, un estudiante en prácticas en la FIRE y un voluntario. Adicionalmente colaboraron durante una única jornada dos voluntarias adicionales. A continuación se muestran el resultado de los trabajos de plantación (**Fotos 13, 14, 15 y 16**).



Fotos 13 (izq.) y 14 (dcha.): Setos 1 y 4 recién establecidos en la parcela de trabajo (marzo 2015).



Fotos 15 (izq.) y 16 (dcha.): Setos 3 y 4 recién establecidos en la parcela de trabajo (marzo 2015).

La cantidad de planta que se estableció durante los trabajos de plantación del seto se muestra a continuación.

Especie	Nº ejemplares
<i>Colutea arborescens</i>	138
<i>Crataegus monogyna</i>	105
<i>Daphne gnidium</i>	101
<i>Ephedra nebrodensis</i>	85
<i>Genista scorpius</i>	120
<i>Jasminum fruticans</i>	88
<i>Phillyrea angustifolia</i>	127
<i>Pistacia terebinthus</i>	97
<i>Prunus spinosa</i>	90
<i>Quercus coccifera</i>	94
<i>Retama sphaerocarpa</i>	162
<i>Rhamnus alaternus</i>	89
<i>Rhamnus lycioides</i>	105
<i>Rosa canina</i>	206
TOTAL	1607

Tabla 6: Nº de individuos por especie plantados durante la campaña de campo.

La menor cantidad de planta establecida respecto a lo programado (201 ejemplares) se debe al replanteo del seto diseñado en oficina y a las necesarias modificaciones para adaptarlo al mundo real. En primer lugar ha existido una diferencia de longitud entre los cálculos realizados con los mapas y la distancia correspondiente sobre el terreno. Adicionalmente se ampliaron, con la aprobación del propietario, las áreas reservadas a los accesos para asegurarse no interferir en los trabajos de labor. Se redujo el seto 1 a un solo líneo durante 30 metros debido a la reducción del linde entre ambos campos. Finalmente en el seto 4 quedó una franja central de unos 50 metros sin plantar debido a que se encontraba arado hasta el límite de la parcela.

La calidad de la planta servida por el vivero fue aceptable, con la única excepción de la especie *Daphne gnidium* (**Fotos 17 y 18**) que claramente tenía más de dos savias y sufría importantes deformaciones radiculares. Debido a la recepción de la planta el mismo día de inicio de la campaña de campo, se optó por no rechazar el lote al viverista y usarla en la plantación. Este hecho ha condicionado claramente la tasa de supervivencia en campo de la especie.



Fotos 17 (izq.) y 18 (dcha.): Bandeja forestal y cepellón de la especie *Daphne gnidium* que claramente no cumplen las especificaciones sobre calidad de la planta.

De cara a futuras plantaciones, sería recomendable una planificación más temprana de la plantación antes de la campaña de campo para asegurarse la disponibilidad en vivero del “stock” de especies especificadas en el proyecto. De esta forma se garantiza además que el viverista no suministra los últimos lotes de su producción, que generalmente serán los de peor calidad.

El riego de establecimiento se inició el mismo día en que se terminaba la plantación. Se requirieron dos jornadas para finalizar el riego de todos los ejemplares debido a que la presión de la cuba venía dada por la pendiente de la parcela. Se usaron en total 10.000 litros para el riego, lo que equivale a unos seis litros por individuo. El riego permitió paralelamente una mayor incisión del protector en el suelo, hecho que ha redundado en una persistencia de los mismos cercana al 100% año y medio después de la ejecución. El riego de mantenimiento se realizó con la misma técnica el 8 de julio de 2015. En el momento de la ejecución del riego ya se habían producido tres olas de calor extremas.

Se han realizado hasta la fecha dos de los tres desbroces programados y el desarrollo de las adventicias todavía sigue siendo importante durante la primavera (**Fotos 19, 20, 21 y 22**). Se espera que el desarrollo futuro de las especies plantadas vaya iniciando un proceso de sucesión ecológica dónde se reduzca la prevalencia de las adventicias. Así mismo, observando los datos de supervivencia de la plantación que se muestran más adelante, se puede concluir que la efectividad del desbroce en cuanto a su objetivo de reducir la competencia por el recurso hídrico se está cumpliendo. Adicionalmente se procedió al escarde manual de las herbáceas que se han desarrollado en el interior de los tubos protectores (**Fotos 23 y 24**).



Fotos 19 (izq.) y 20 (dcha.): Antes y después del desbroce de un tramo del seto 2 (mayo 2016).



Fotos 21 (izq.) y 22 (dcha.): Antes y después del desbroce de un tramo del seto 4 (mayo 2016).



Fotos 23 (izq.) y 24 (dcha.): Antes y después del escarde manual de las adventicias desarrolladas en el interior del tubo protector (mayo 2016).

4.1.2 Instalación de posaderos para Mochuelo europeo

La técnica de colocación de los postes para mochuelo, así como sus ubicaciones en la parcela se ha realizado exactamente según viene descrito en el plan de trabajo precedente. Solamente por cuestión de disponibilidad de tiempo en los trabajos de plantación del seto se pospuso la colocación de los posaderos para el mes de octubre de 2015.

Durante los trabajos de seguimiento realizados en mayo de 2016 se ha constatado el robo de los posaderos dos, seis y siete (ver **Mapa 3**).

En la primera campaña de seguimiento de los posaderos no se localizó ninguna egagrópila en la base de los mismos que pudiese indicar su uso por parte del Mochuelo europeo. Asimismo se observan gran cantidad de excrementos en los posaderos y en la base de los mismos que indican su uso por diferentes aves sin identificar (**Fotos 25, 26 y 27**).



Fotos 25 (izq.), 26 (centro) y 27 (dcha.): Excrementos en los diferentes posaderos instalados y en la base de los mismos.

4.1.3 Construcción de la charca y plantación de la orla de vegetación perimetral

Como ya se ha indicado en apartados precedentes, la construcción de la charca se realizó en el año 2012. En el presente proyecto se ha procedido a realizar una mejora de la misma con la plantación de una orla de vegetación perimetral (**Fotos 28 y 29**). Los trabajos de plantación y su diseño han seguido exactamente lo establecido en el plan de trabajo. Únicamente se han pospuesto los trabajos de plantación al mes de octubre de 2015 respecto a la fecha establecida. El primer recuento de marras está previsto para el mes de octubre de 2016, haciéndolo coincidir con el conteo de marras del seto después del segundo verano.



Fotos 28 (izq.) y 29 (dcha.): Charca antes y después de la instalación de la orla de vegetación perimetral.

Para conseguir la mayor integración posible de la charca en el entorno y evitar que los materiales impermeables queden al descubierto con el paso del tiempo y se degraden más rápidamente, se recomienda a la hora de construir nuevas charcas reducir mediante azadas todos los bordes de la cubeta que abra la miniexcavadora por debajo del 30%.

Durante los trabajos de plantación llevados a cabo en octubre de 2015 se ha localizado en el interior de la charca un ejemplar adulto de Sapillo pintojo meridional (*Discoglossus jeanneae*) (**Foto 30**). Se trata de un endemismo Ibérico que se extiende por la mitad oriental de la península. Los límites de distribución con la especie *Discoglossus galgonai* parecen coincidir con la zona de contacto entre substratos metamórficos o silíceos con los materiales calizos más típicos del este peninsular. Ocupa masas de agua de escasa entidad, lo que unido a la escasez del recurso hídrico en parte de su área geográfica le hace depender para la reproducción de masas de agua artificiales (Martínez y García 2002). El día 18 de mayo de 2016, justo al finalizar las lluvias primaverales se localizaron estados larvarios de Sapo corredor (*Epidalea calamita*) (**Foto 31**), lo que constituye un indicador del éxito de la charca.



Fotos 30 (izq.) y 31 (dcha.): Ejemplar de Sapillo pintojo meridional (izq.) y renacuajos de Sapo corredor (dcha.).

4.2 Supervivencia de las plantas introducidas en los setos

El seguimiento de la plantación se realizó mensualmente durante el primer verano. A continuación se muestran los datos de supervivencia por especie (**Tabla 7**).

	EVOLUCIÓN MARRAS					
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
<i>Colutea arborescens</i>	2,2%	2,2%	2,9%	5,1%	7,2%	5,8%
<i>Crataegus monogyna</i>	0,0%	1,0%	2,9%	3,8%	17,1%	11,4%
<i>Daphne gnidium</i>	5,0%	24,8%	44,6%	51,5%	67,3%	60,4%
<i>Ephedra nebrodensis</i>	14,1%	15,3%	21,2%	23,5%	23,5%	23,5%
<i>Genista scorpius</i>	2,5%	3,3%	5,0%	9,2%	11,7%	11,7%
<i>Jasminum fruticans</i>	17,0%	29,5%	29,5%	39,8%	42,0%	36,4%
<i>Phillyrea angustifolia</i>	0,0%	0,8%	5,5%	9,4%	15,7%	15,7%
<i>Pistacia terebinthus</i>	2,1%	3,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%
<i>Prunus spinosa</i>	1,1%	1,1%	3,3%	11,1%	34,4%	31,1%
<i>Quercus coccifera</i>	17,0%	17,0%	26,6%	26,6%	36,2%	28,7%
<i>Retama sphaerocarpa</i>	0,6%	1,2%	4,3%	4,3%	4,9%	6,2%
<i>Rhamnus alaternus</i>	1,1%	3,4%	5,6%	14,6%	23,6%	24,7%
<i>Rhamnus lycioides</i>	1,0%	6,7%	23,8%	35,2%	41,9%	34,3%
<i>Rosa canina</i>	0,0%	0,0%	1,0%	1,9%	2,9%	1,9%
TOTAL	3,7%	6,5%	11,2%	15,0%	20,8%	18,5%

Tabla 7: Evolución de las marras durante el primer verano (2015) desde la plantación.

Las casillas en blanco remarcan ligeros descensos en el número de marras en algunas especies. Esto se debe a que, en el conteo de marras de octubre, algunos ejemplares contabilizados como muertos en septiembre, han rebrotado desde la base del cepellón a partir de las primeras lluvias después del verano (**Fotos 32 y 33**). Se recomienda por tanto que los conteos de marras después del verano se realicen en el mes de octubre, una vez hayan sido efectivas las primeras lluvias. Con esto se da tiempo a los ejemplares con la parte aérea muerta a rebrotar desde la base del cepellón, y por tanto no se incurre en el error de contabilizarlos como muertos.



Fotos 32 (izq.) y 33 (dcha.): Rebrotos desde la base del cepellón de ejemplares de Torvisco (izq.) y Coscoja (dcha.).

La plantación se considera exitosa al haberse superado después del primer verano el 80% en la tasa global de supervivencia que se establece como buena en el Plan de Trabajo. La elevada tasa de supervivencia conseguida, incluso teniendo en cuenta que el verano fue especialmente seco y caluroso, pone de manifiesto la calidad de los trabajos de plantación. Esto viene respaldado por el dato de mortalidad del mes de mayo, a dos meses desde la plantación y antes de la sequía estival, que fue solo del 3.7%. Las especies que presentan una tasa de supervivencia mayores después del verano son *Rosa canina*, *Retama sphaerocarpa*, *Pistacia terebinthus* y *Colutea arborescens*. Por el contrario, las especies con mayor tasa de mortalidad han sido *Daphne gnidium*, *Jasminum fruticans*, *Rhamnus lycioides* y *Prunus spiniosa*.

Los trabajos de plantación del año 2012 se realizaron contando con la colaboración de grupos de voluntarios. Con ello se incidió en la función social de los proyectos a través de la educación ambiental. Por el contrario, la falta de experiencia en este tipo de trabajos de los voluntarios, y la imposibilidad de hacer un seguimiento cercano de los trabajos de plantación cuando los grupos son grandes, redundó en una elevada tasa de mortalidad en la plantación de 2012. Este hecho se ha modificado para la campaña de plantación del presente proyecto en el que se ha contado con un grupo de trabajo reducido y especializado, habiéndose conseguido unos buenos resultados en la supervivencia de los ejemplares plantados.

Así y con todo, debido a la disponibilidad de recursos por parte de la FIRE, se decidió realizar una reposición de marras en octubre de 2015 aprovechando los recursos invertidos en un nuevo proyecto de “Campos de Vida” en el municipio de Novés, aun cuando la tasa de mortalidad no superó el 20% establecido como criterio para realizar la reposición de marras. Con esta medida se conseguirá evitar una reducción en la densidad de ejemplares que constituyen el seto después del transcurso de los primeros veranos. Para realizar la reposición de marras se usaron las mismas especies en las mismas ubicaciones que vienen contempladas en el plan de trabajo. Por falta de disponibilidad en vivero no se pudieron reponer las marras de la especie *Daphne gnidium*.

Los trabajos de seguimiento de la plantación son de gran importancia para extraer conclusiones útiles sobre la idoneidad de la tipología de prácticas de plantación o el comportamiento de las especies en la plantación, entre otras. Con esto se persigue ir

aumentando el abanico de especies con las que trabajar en futuros proyectos, conociendo su adaptabilidad y tasas de desarrollo, y conseguir una mejora en los diseños de los setos. A pesar de ello, el seguimiento del seto se ha de reducir por cuestión presupuestaria a una ejecución exitosa de la plantación. Una vez garantizado este extremo, se espera que con el trascurso del factor tiempo se vayan haciendo patentes muchos de los beneficios que aportan los setos y que se enumeran en los objetivos del presente documento. A pesar de la juventud del seto se pueden observar actualmente ejemplares en floración (**Fotos 34 y 35**) y presencia de frutos y semillas (**Fotos 36 y 37**). A medio y largo plazo se espera que el seto vaya aumentando sus funciones ecológicas y se incremente con ello el abanico de servicios ecosistémicos que pueda suministrar.



Fotos 34 (izq.) y 35 (dcha.): Ejemplares en floración de *R. canina* y *C. arborescens* plantados en 2015.



Fotos 36 (izq.) y 37 (dcha.): Semillas de *G. scorpius* y frutos de *R. Canina* de ejemplares plantados en 2012.

4.3 Instalación del panel informativo

Las características del panel informativo, así como su ubicación y colocación se han realizado según las indicaciones expuestas en el Plan de Trabajo (**Fotos 38 y 39**).



Fotos 38 (izq.) y 39 (dcha.): Instalación del panel informativo.

En cuanto al objetivo explícito de generar un ejemplo imitable para otros agricultores mediante la difusión de la presente restauración agroecológica estratégica, se ha conseguido implementar un nuevo proyecto de Campos de Vida en otra parcela del municipio de Novés, gracias a la difusión horizontal del presente proyecto entre los agricultores de la zona. Resulta por tanto importante la difusión de las medidas llevadas a cabo tanto desde la Fundación, como de forma más efectiva entre agricultores. De esta manera será más fácil vencer las reticencias o desconfianza inicial que existe por parte de los agricultores a llevar a cabo estas medidas en sus parcelas. El objetivo a largo plazo debe ser la generalización de estas actuaciones para conseguir una incidencia a escala de paisaje. Para ello será útil buscar colaboración y sinergias a nivel municipal con ayuntamientos y cooperativas agrícolas. Dentro de la confianza mutua en la que se debe basar la custodia del territorio entre la entidad sin ánimo de lucro y el propietario, se debe perseguir una responsabilidad compartida en cuanto a la carga económica del proyecto. Sería recomendable que los propietarios se hicieran cargo de ciertas actuaciones de mantenimiento como riegos y desbroces (14% del presupuesto del presente proyecto). Esto permitiría poder focalizar los recursos económicos disponibles hacia nuevos proyectos.

5 CONCLUSIONES

1. El diagnóstico de la parcela agrícola diana y su entorno permitió concluir la posibilidad de llevar a cabo las **siguientes actuaciones de restauración agroecológica estratégica** compatibles con la producción agrícola para aumentar los niveles de biodiversidad y de servicios ecosistémicos: (a) plantación de un seto, (b) instalación de posaderos para aves, en particular del Mochuelo europeo y (c) construcción de una charca con una orla perimetral de vegetación.

2. La ejecución de las **medidas de restauración agroecológica llevadas a cabo pueden ser consideradas relativamente exitosas**. La supervivencia de los individuos plantados en el seto fue del 81% después del primer verano. La charca es usada actualmente por al menos una especie de anfibio (Sapo corredor) para reproducirse, y además es visitada por el Sapillo pintojo meridional, endemismo ibérico protegido. A fecha de hoy no podemos evaluar el uso de los posaderos por parte del Mochuelo, pero existen evidencias de uso por aves de especies indeterminadas. Se requiere de un plazo más largo para que se hagan patentes muchos de los beneficios que se derivan de las actuaciones implementadas.

3. El **presupuesto general de ejecución por contrata** asciende a 15.527 €, que se desglosa en las siguientes partidas (a) 7.939 € de ejecución de actuaciones, (b) 4.580 € del mantenimiento de la plantación del seto, una partida ineludible para garantizar el éxito en condiciones climáticas difíciles y (c) 3.007 € de seguimiento.

4. Este proyecto se ha completado con el diseño e instalación de un panel informativo para la difusión de estas medidas entre los visitantes, agricultores y cazadores, con el fin de contribuir a la sensibilización ambiental y a la extensión en otros lugares de la visión del proyecto Campos de Vida. Hasta la fecha **se ha conseguido ejecutar una nueva restauración agroecológica estratégica** en otra parcela del municipio de Novés.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas donde el autor del presente trabajo realizó sus prácticas fin de máster. A Aurora Mesa y José María Rey Benayas como tutores directores y académicos del presente Trabajo Fin de Máster, por su apoyo y dedicación. A Ronny Díaz, Olaia Sobrado y Héctor Amador por compartir su tiempo en las diferentes campañas de campo. Y a Román Benayas por su continúa colaboración que ha permitido la ejecución del presente proyecto.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, L.O., Fereres, A., Viñuela, E. 2015. *Guía de campo de los polinizadores de España*. Syngenta. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. 1994. *Biodiversidad y manejo de plagas en agrosistemas*. Junta de Andalucía. Conserjería de Agricultura y Pesca. Icaria Editorial. Barcelona. España.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. 2010. *Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agrosistemas*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. Medellín. Colombia.
- Barral, M. P., Rey Benayas, J. M., Meli, P., Maceira, N. O. 2015. Quantifying the impacts of ecological restoration on biodiversity and ecosystem services in agroecosystems: A global meta analysis. *Agriculture, ecosystems and environment*. 202: 223-231.
- Basora, X., Sabaté, X. 2006. *Custodia del Territorio en la práctica. Manual de introducción a una nueva estrategia participativa de conservación de la naturaleza y el paisaje*. Fundació Territori i Paisatge – Obra Social Caixa Catalunya. Xarxa de Custòdia del Territori. Barcelona. España.
- BirdLife International. 2008. *El estado de conservación de las aves en el mundo. Indicadores en tiempos de cambio*. Cambridge. Reino Unido.
- Bullock, J. M., Pywell, R. F., Walker, K. J. 2007. Long-term enhancement of agricultural production by restoration of biodiversity. *Journal of applied ecology*. 44:6-12.
- Camacho, A., Borja, C., Valero-Garcés, B., Sahuquillo, M., Cirujano, S., Soria, J. M., Rico, E., De la Hera, A., Santamans, A. C., García de Domingo, A., Chicote, A., Gosálvez, R.U. 2009. 3170* Lagunas y charcas temporales mediterráneas (*). En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. pp.87. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. España.
- Camacho, J., Sánchez, E., Aguilar, F., Gómez, A., Lozano, A. 2011. *Manual práctico de balsas agrícolas. Diseño y gestión para su mejora ambiental*. Agencia Andaluza del Agua. Conserjería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. España.

- Carrera, D., Pons, P. 2008. *Importància de les basses temporals per a la conservació dels amfibis menorquins. Informe preliminar. Projecte Life basses: (LIFE05/NAT/ES/000058).* Consell insular de Menorca.
- Corchero, S., Gozalo, M., Villar, P., Peñuelas, J. 2002. Crecimiento radical en campo de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex* plantados en diferentes momentos. *Researchgate*. 259265537.
- De Andrés, C., Cosano, I., Pereda, N. 2003. *Manual para la diversificación del paisaje agrario*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. España.
- Del Campo, A., Navarro, R., Ceacero, C. 2010. Seedling quality and field performance of commercial stocklots of containerized holm oak (*Quercus ilex*) in Mediterranean Spain: an approach for establishing a quality standard. *New Forests*. 39:19-37.
- Díaz, S., Fargione, J., Stuart Chapin, F., Tilam, D. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *Plos Biology*. 4(8): e277.
- Ellis, E., Ramankutty, N. 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 6: 439-447.
- España 1990. REAL DECRETO 9/1990, de 28 de diciembre, de Carreteras y Caminos de Castilla-La Mancha. Boletín Oficial del Estado, núm. 60, de marzo de 1991, páginas 8162 a 8166.
- España 2003. REAL DECRETO 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción. Boletín Oficial del Estado, núm. 58 del 8 de marzo de 2003, páginas 9262 a 9299.
- España 2013. REAL DECRETO 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Boletín Oficial del Estado, num. 296 del 11 de diciembre de 2013, páginas 98151 a 98227.
- España 2015. REAL DECRETO 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras. Boletín Oficial del Estado, num. 234 de 30 de septiembre de 2015, páginas 88476 a 88532.
- Europa 1992. DIRECTIVA 92/43/CEE DEL CONSEJO de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. DOL 206, de 22 de julio de 1992, página 7.
- Fahrig, L., Girard, J., Duro, D., Pasher, J., Smith, A., Javorek, S., King, D., Freemark-Lindsay, K., Mitchell, S. & Tischendorf, L. 2015. Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 200: 219-234.

- FAO (Food and Agriculture Organisation). 2016. *El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación al uso de la tierra*. Roma. Italia.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Jhonston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D. P. M. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*. 478: 337-342.
- Henao, A. 2013. Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: Un estudio de caso en los Andes Colombianos. *Agroecología*. 8: 85-91.
- Ibero, C. 1998. *Sobre los beneficios de los setos en las lindes de los cultivos: Setos, linderos y sotos de ribera*. Pulso agrario/monografía. Invierno 1998/99. Madrid. España.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Quinto Informe sobre Cambio climático 2014.
- Jiménez, S., Martín, L. 2007. *Manual de creación de charcas para anfibios*. Colección Iniciativas Locales a favor de la Biodiversidad. Asociación Reforesta. Madrid. España.
- José-María, L., Armengot, L., Blanco-Moreno, J. M., Bassa, M. Sans, F. X. 2010. Effects of agricultural intensification on plant diversity in mediterranean dryland cereal fields. *Journal of Applied Ecology*. 47: 832-840.
- Kissinger, G., M. Herold, V. De Sy. 2012. *Drivers of deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers*. Lexeme Consulting. Vancouver. Canadá.
- Kleijn, D., Baquero, R. A., Clough, Y. Díaz, M., Esteban, J., Fernández, F., Gabries, D., Herzog, F., Holzschuh, A., Jöhl, R., Knop, E., Kruess, A., Marshall, E. J., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T., Verhulst, J., West, T. M., Yela, J. L. 2006. Mixed biodiversity benefits of agro-environment schemes in five European countries. *Ecology letters*. 9:243-254.
- López, G. 2001. *Los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Mesa, A. V. 2013. *Anteproyecto para la Restauración Estratégica de una parcela de olivar ecológico*. Universidad de Alcalá. España.

- Martínez, I., García, M. 2002. *Atlas y Libro Rojo de los anfibios y reptiles de España*. *Discoglossus jeanneae*. p. 88. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. España.
- Nicholls, C. 2016. *Enhancing plant biodiversity for ecological pest management in agroecosystems*. IV Jornadas Internacionales sobre Agroecología. Universitat Politècnica de València. València. España.
- Oliet, J., Artero, F., Cuadros, S., Puértolas, J., Luna, L., Grau, J. M. 2012. Deep planting with shelters improves performance of different stocktype sizes under arid Mediterranean conditions. *New Forests*. 43:925-939.
- Phalan, B., Onial, M., Balmford, A., Green, R. 2011. Reconciling food production and biodiversity conservation: Land Sharing and Land Sparing compared. *Science*. 333: 1289-1291.
- Rey Benayas, J. M. 2012. Restauración de campos agrícolas sin competir por el uso de la tierra para aumentar su biodiversidad y servicios ecosistémicos. *Investigación ambiental. Ciencia y política pública*. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. 4(2): 101-110.
- Rey Benayas, J. M., Bullock, J. M. 2012. Restoration of biodiversity and ecosystem services on agricultural land. *Ecosystems*. 15: 883-899.
- Rey Benayas, J. M., Bullock, J. M. 2015. Vegetation restoration and other actions to enhance wildlife in European agricultural landscapes. In: Pereira, H. M., Navarro, L. M. (eds.). *Rewilding European Landscapes*. pp. 127-142. Springer International Publishing Switzerland.
- Rey Benayas, J. M., Meltzer, J. 2014. *Control aviar de plagas de invertebrados en cultivos leñosos mediante restauración ecológica estratégica*. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. Madrid. España.
- Rey Benayas, J. M., Gómez, J. I., Mesa, A. V. 2016. *Guía para la plantación de setos e islotes forestales en campos agrícolas mediterráneos*. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. Madrid. España.
- Rodríguez, L., Rey Benayas, J. M. 2014. Cómo instalar charcas artificiales para anfibios en agrosistemas mediterráneos. *Quercus*. 337: 48-52
- Rosset, P. M. 1997. La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. Institut for Food and Development Policy. Oakland. California

- Wade, M., Gurr, G., Wratten, S. 2008. Ecological restoration of farmland: progress and prospects. *Philosophical Transactions of The Royal Society*. 363: 831-847.
- WWF/Adena. 2013. *Guía de iniciativas locales para los anfibios. Pequeños proyectos para un gran beneficio*. Madrid. España.
- WWF International. 2014. Living Planet 2014. Disponible en URL: http://www.wwf.es/noticias/informes_y_publicaciones/informe_planeta_vivo/

Páginas web

- Anthos. Sistema de Información sobre las plantas de España: www.anthos.es
- Instituto Geológico y Minero de España: www.igme.es
- Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial: www.ucm.es/info/cif/station/
- Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio ambiente: www.magrama.gob.es/es/
- Visor SigPac MAGRAMA: <http://sigpac.magrama.es/fega/visor/>
- Sede Electrónica del Catastro: <http://www.sedecatastro.gob.es/>

7 ANEXOS

ANEXO 1: Planos

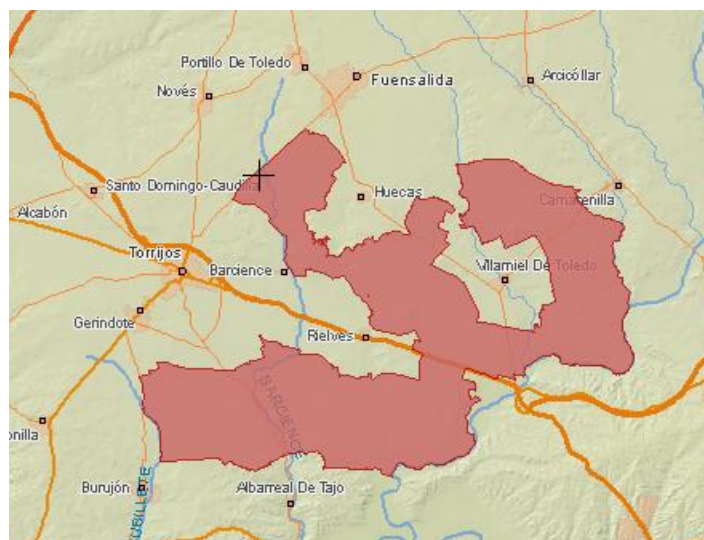


Figura A1: Delimitación de la ZEPA. La cruz en negrita marca la posición exacta de la parcela (Geoportal, MAGRAMA).

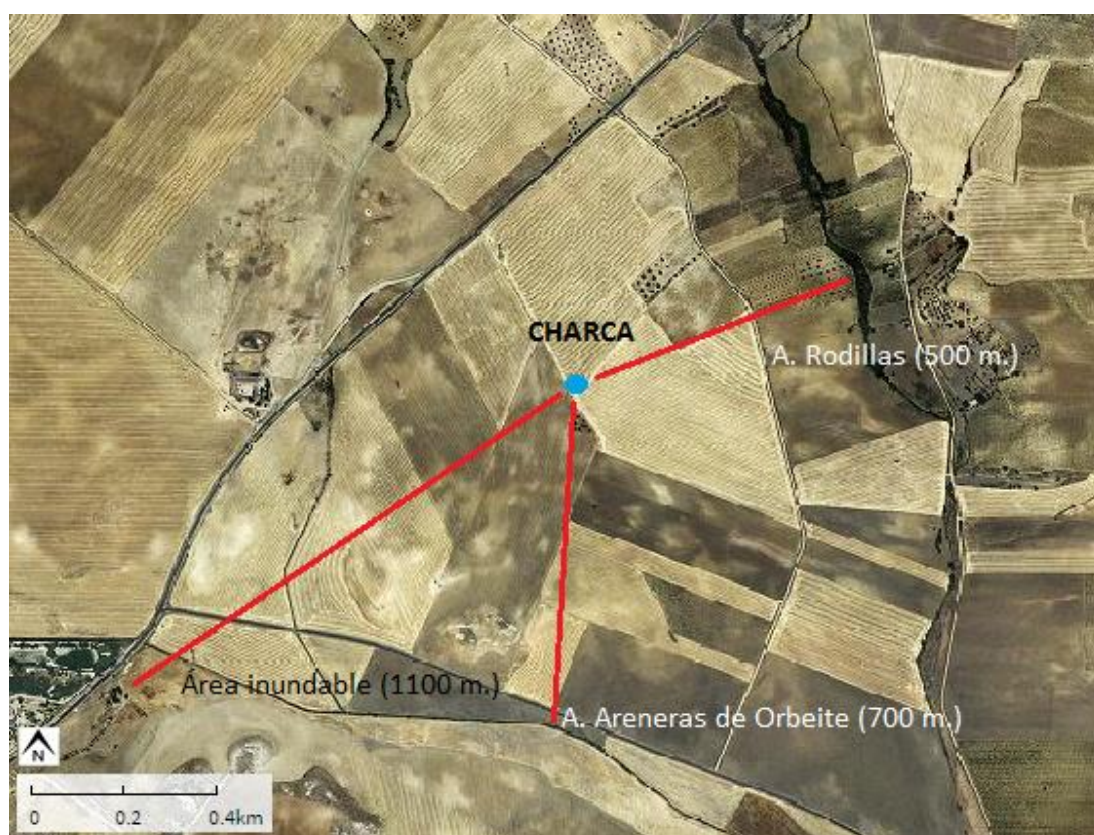


Figura A2: Distancias a masas de agua naturales desde la charca de la parcela.

ANEXO 2: Tablas del presupuesto

RECURSOS	CANTIDAD
HUMANOS	
Director de obra	1
Técnico especialista	1
Peón de campo	2
Albañiles	2
Maquinistas	2
Voluntarios	2
MAQUINARIA	
Ahoyadora	1
Motodesbrozadora	1
Miniexcavadora	1
Tractor cisterna	1
MATERIALES	
Planta	2.102
Protectores	2.102
Tutores	2.102
Posaderos madera	7
Geotextil	75 m ²
Malla impermeable	25 m ²
Panel informativo	1
Gafas	5
Guantes	5
Azadas	3
Cintas métricas (50 m.)	2
MANUTENCIÓN	
Dietas	30
Pernoctación	20
DESPLAZAMIENTOS	
Kilometraje	5.140

Tabla A1: Tabla de recursos requeridos.

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS		
	UNIDADES	PRECIO (€) (Sin iva)
RECURSOS HUMANOS		
Director de obra	día	150
Técnico especialista	día	90
Peón de campo	día	60
MAQUINARIA		
Ahoyadora	día	30
SERVICIOS SUBCONTRATADOS		
Tractor cisterna	día	200
Miniexcavadora	día	280
Albañiles	día	250
Desbroce	día	124
PLANTAS		
<i>Colutea arborescens</i>	ud.	0,47
<i>Crataegus monogyna</i>	ud.	0,47
<i>Daphne gnidium</i>	ud.	0,47
<i>Ephedra nebrodensis</i>	ud.	0,47
<i>Genista scorpius</i>	ud.	0,62
<i>Jasminum fruticans</i>	ud.	0,47
<i>Phillyrea angustifolia</i>	ud.	0,47
<i>Pistacia terebinthus</i>	ud.	0,47
<i>Prunus spinosa</i>	ud.	0,47
<i>Quercus coccifera</i>	ud.	0,47
<i>Retama sphaerocarpa</i>	ud.	0,47
<i>Rhamnus alaternus</i>	ud.	0,47
<i>Rhamnus lycioides</i>	ud.	0,52
<i>Rosa canina</i>	ud.	0,47
MATERIALES		
Protectores	ud.	0,39
Tutores	ud.	0,08
Posaderos madera	ud.	12,1
Malla Geotextil	m²	0,41
Malla impermeable	m²	5
Panel informativo	ud.	595
Gafas	ud.	3,2
Guantes	ud.	1,95
Azadas	ud.	13,5
Pala	ud.	10,95
Cintas métricas	ud.	12,1
MANUTENCIÓN		
Dietas (Desayuno+comida+cena)	día	3+10+10=23
Pernoctación	día	20
DESPLAZAMIENTOS		
Kilometraje	Km	0,19

Tabla A2: Tabla de precios unitarios. Precios en €.

Unidad de obra 1: PLANTACIÓN DEL SETO							
	RECURSOS	TIEMPO (días)	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTES DIRECTOS	CEM
RRHH						900	936
	Director de obra	1	1	150	150		
	Peón	5	2	75	750		
MATERIALES						2.208,51	2.296,85
	<i>Colutea arborescens</i>		197	0,47	92,59		
	<i>Crataegus monogyna</i>		123	0,47	57,81		
	<i>Daphne gnidium</i>		123	0,47	57,81		
	<i>Ephedra nebrodensis</i>		117	0,47	54,99		
	<i>Genista scorpius</i>		141	0,62	87,42		
	<i>Jasminum fruticans</i>		141	0,47	66,27		
	<i>Phillyrea angustifolia</i>		141	0,47	66,27		
	<i>Pistacia terebinthus</i>		140	0,47	65,8		
	<i>Prunus spinosa</i>		117	0,47	54,99		
	<i>Quercus coccifera</i>		118	0,47	55,46		
	<i>Retama sphaerocarpa</i>		196	0,47	92,12		
	<i>Rhamnus alaternus</i>		117	0,47	54,99		
	<i>Rhamnus lycioides</i>		135	0,52	70,2		
	<i>Rosa canina</i>		258	0,47	121,3		
	Protectores		2.064	0,39	805		
	Tutores		2.064	0,08	165,1		
	Guantes		5	1,95	9,75		
	Gafas		5	3,2	16		
	Azadas		3	13,5	40,5		
	Cintas métricas		2	12,1	24,2		
	Ahoyadora	5	1	30	150		
MANUTENCIÓN						780	811,2
	Dietas completas	5	4	23	460		
	Pernoctación	4	4	20	320		
DESPLAZAMIENTOS						95	98,8
	Kilometraje		500	0,19	95		
Presupuesto total plantación seto							4.142,85

Tabla A3: Presupuesto para la plantación del seto. Precios en €.

Unidad de obra 2: POSADEROS PARA MOCHUELO							
	RECURSOS	TIEMPO (días)	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTES DIRECTOS	CEM
RRHH						75	78
	Técnico especialista	0,5	1	90	45		
	Peón	0,5	1	60	30		
MATERIALES						110,65	115,08
	Posaderos madera		7	12,1	84,7		
	Pala		1	10,95	10,95		
	Ahoyadora	0,5	1	30	15		
MANUTENCIÓN						26	27,04
	Dietas (Desayuno/comida)		2	13	26		
DESPLAZAMIENTOS						30,4	31,62
	Kilometraje		160	0,19	30,4		
Presupuesto total instalación posaderos							251,73

Tabla A4: Presupuesto para los posaderos para Mochuelo europeo. Precios en €.

Unidad de obra 3: CONSTRUCCIÓN CHARCA Y PLANTACIÓN DE UNA ORLA PERIMETRAL							
	RECURSOS	TIEMPO (días)	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTES DIRECTOS	CEM
RRHH						165	171,6
	Técnico especialista	1	1	90	90		
	Peón	1	1	75	75		
SERVICIOS SUBCONTRATADOS						140	145,6
	Miniexcavadora	0,5	1	280	140		
MATERIALES						190,71	198,34
	Geotextil		75	0,41	30,75		
	Lámina impermeable		25	5	125		
	Planta		38	0,45	17,1		
	Protectores		38	0,39	14,82		
	Tutores		38	0,08	3,04		
MANUTENCIÓN						26	27,04
	Dietas (Desayuno/comida)		2	13	26		
DESPLAZAMIENTOS						30,4	31,62
	Kilometraje		160	0,19	30,4		
Presupuesto total charca y orla perimetral							574,19

Tabla A5: Presupuesto para la construcción de la charca y plantación de orla perimetral. Precios en €.

Unidad de obra 4: INSTALACIÓN PANEL INFORMATIVO							
	RECURSOS	TIEMPO (horas)	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTES DIRECTOS	CEM
SERVICIOS SUBCONTRATADOS						250	260
	Albañiles		1	250	250		
MATERIALES						595	618,8
	Panel informativo		1	595	595		
Presupuesto total instalación panel informativo							878,8

Tabla A6: Presupuesto para la instalación del panel informativo. Precios en €.

Unidad de obra 5: MANTENIMIENTO							
	RECURSOS	TIEMPO (días)	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTES DIRECTOS	CEM
Riego establecimiento						400	416
SERVICIOS SUBCONTRATADOS							
	Tractor cisterna	2	1	200	400		
Riego mantenimiento						400	416
SERVICIOS SUBCONTRATADOS							
	Tractor cisterna	2	1	200	400		
Desbroces - (3 campañas de desbroce)						1116	1.161
SERVICIOS SUBCONTRATADOS							
	Desbroce	9	1	124	1116		
Reposición de mallas						736	765,44
	Técnico especialista	2	1	90	180		
	Peón campo	2	1	60	120		
	Planta		400	0,47	188		
	Protectores		400	0,39	156		
	Tutores		400	0,08	32		
	Ahoyadora	2	1	30	60		
Retirada de protectores y tutores (3 campañas de retirada-Media jornada trabajador/campaña)						381,2	396,45
	Técnico especialista	1,5	1	90	135		
	Peón de campo	1,5	1	60	90		
	Dietas (desayuno/comida)		5	13	65		
	Desplazamiento (km)		480	0,19	91,2		
Presupuesto total mantenimiento							3.154,89

Tabla A7: Presupuesto de las actuaciones de mantenimiento. Precios en €.

Unidad de obra 6: SEGUIMIENTO							
	RECURSOS	TIEMPO (días)	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO	COSTES DIRECTOS	CEM
Conteo de marras - (4 campañas de conteo de marras - Media jornada trabajador/campaña)						353,6	367,74
	Técnico especialista	2	1	90	180		
	Dietas (desayuno/comida)		4	13	52		
	Desplazamiento (km)		640	0,19	121,6		
Seguimineto charca (10 campañas seguimiento anfibios - Media jornada trabajador/campaña)						819	851,76
	Técnico especialista	5	1	90	450		
	Dietas (desayuno/comida)		5	13	65		
	Desplazamiento (km)		1.600	0,19	304		
Seguimiento posaderos (10 campañas seguimiento posaderos - Media jornada trabajador/campaña)						819	851,76
	Técnico especialista	5	1	90	450		
	Dietas (desayuno/comida)		5	13	65		
	Desplazamiento (km)		1.600	0,19	304		
Presupuesto total seguimiento							2.071,26

Tabla A8: Presupuesto de las actuaciones de seguimiento. Precios en €.